

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 10, PRÈS L'INSTITUT.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-TREIZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1871.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1871

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Mémoire sur le chauffage et la ventilation du palais du Corps législatif pendant la session* 1869-70; *par* **M. LE GÉNÉRAL MORIN** (1).

« Dans le courant de l'année 1868, après une session où les membres du Corps législatif avaient fréquemment souffert du défaut de renouvellement de l'air et de l'élévation de la température dans la salle des séances, M. Schneider, président de l'Assemblée, m'avait consulté sur les dispositions à prendre pour atténuer ces inconvénients communs à la plupart des salles de grandes réunions.

» Après un premier et attentif examen des lieux, il me parut possible d'atteindre le but, sans introduire dans la disposition de la salle et de ses dépendances de modifications apparentes et considérables. Un avant-projet fut rédigé en conséquence par M. de Joly, architecte du Corps législatif, et son exécution fut d'abord arrêtée en principe, mais certaines difficultés administratives et surtout la convocation prématuréede l'Assemblée, en novembre 1868, obligèrent à la retarder.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» Ce délai permettant un examen plus complet de toutes les conditions du problème à résoudre, M. le président du Corps législatif forma une Commission composée d'un certain nombre de ses collègues et de MM. Morin et Combes, membres de l'Institut, Calon, ingénieur en chef des Mines, et Tresca, sous-directeur du Conservatoire des Arts et Métiers.

» Un projet complet adopté par cette Commission fut confié pour l'exécution à M. de Joly, et les travaux, conduits avec activité, ayant été terminés en septembre 1869, de premières observations permirent de constater que les résultats généraux satisfaisaient aux conditions imposées.

» Plus tard, des expériences ont été continuées pendant toute la durée de la session de 1869-70, et c'est l'ensemble de toutes ces recherches que je me propose de faire connaître dans le Mémoire dont je présente l'analyse à l'Académie (1).

» Pour permettre d'apprécier les difficultés de la question qu'il s'agissait de résoudre, il est d'abord nécessaire de dire quelques mots des défauts que l'on reprochait aux anciennes dispositions, de leurs vices généraux et des conditions nouvelles auxquelles on devait satisfaire.

» *Inconvénients des dispositions antérieures.* — Je ne puis ici, sans entrer dans trop de développements, faire connaître en détail tous les défauts de ces dispositions. Je me contenterai de dire que leur excessive complication, l'exiguïté des passages ménagés pour l'évacuation de l'air vicié et surtout pour l'introduction de l'air nouveau, tout en n'assurant nullement la régularité du service et un renouvellement suffisant de l'air, donnaient lieu à des courants d'air intolérables dans le voisinage des portes, que les habitudes de circulation continuelle de MM. les Députés obligent à ouvrir incessamment.

» Cette dernière sujétion, à laquelle il était impossible de se soustraire, présentait une difficulté considérable pour éviter les courants d'air rentrant, et de là résultait celle d'adopter un système général de chauffage et surtout de ventilation qui assurât partout, dans l'ensemble des salles, des salons, des escaliers et des corridors, l'uniformité de la température et du renouvellement de l'air.

» La nécessité de cette extension du problème à résoudre, fortement démontrée par M. Combes, fut adoptée en principe par la Commission, qui se résolut à entreprendre la solution cherchée dans toute son étendue.

---

(1) Le Mémoire sera publié prochainement dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.*

» Pour donner ici, en peu de mots, une idée de la difficulté de la question, je me bornerai à dire que les locaux à ventiler se composent :

1° De la salle et de ses dépendances immédiates, tribunes, escaliers, couloirs, vestibules d'entrée, cubant........	11354^{mc}
2° D'un premier groupe A de salons dits *de Casimir Périer*, *des Distributions*, *du Trône*, et de galeries, cubant........	5329
3° D'un deuxième groupe B de salons dits *des Conférences*, du vestibule de la bibliothèque, couloirs et buvette, cubant........	3659
Capacité totale........	20342

» Tous ces locaux sont en communication continuelle, de sorte qu'il fallait y obtenir partout un équilibre des pressions assez approximativement exact pour qu'à aucune des portes il ne se produisît de courants d'air sensibles.

» Il était cependant indispensable d'adopter des limites où cet espace considérable pût être considéré comme à peu près clos, et l'on fixa pour ces limites, d'une part l'entrée du vestibule par lequel le public est admis du coté du pont de la Concorde, de l'autre les portes qui donnent accès de la salle de la Paix dans celle des séances.

» A ces conditions générales, on joignit celle d'un renouvellement de l'air de la salle et de tous les salons effectué une fois à une fois et demie par heure, mais pouvant être porté au double et même au delà.

» Pour établir des proportions suffisamment larges, on admit que le nombre des personnes présentes dans la salle pouvant s'élever à mille au plus, il y aurait des circonstances où le renouvellement de l'air devrait atteindre le chiffre de 30000 mètres cubes par heure pour la salle, et celui de 10000 à 15000 mètres cubes pour les salons.

» C'est d'après ces bases, et en admettant pour les vitesses d'admission et d'évacuation les limites que l'expérience m'avait précédemment conduit à indiquer, que M. Tresca, rapporteur de la Sous-Commission, a calculé et que nous avons fixé à l'architecte les proportions des orifices d'admission et d'évacuation, ainsi que celles des galeries et des cheminées correspondantes.

» D'une autre part, la température normale à maintenir dans la salle pendant la saison du chauffage étant, d'après l'expérience, fixée en moyenne à 20 degrés, de même que celle de l'air nouveau à admettre, il a été facile de déterminer la puissance calorifique maximum des appareils de chauffage.

» Enfin, la Commission a donné, pour ces appareils, la préférence aux calorifères en briques creuses, dont des expériences antérieures nous avaient

permis d'apprécier le rendement calorifique et qui, ne renfermant, pour ainsi dire, aucune partie importante en métal, sont exempts des inconvénients que l'on reproche, non sans raison, aux calorifères métalliques.

» Nous compléterons ces indications, en ajoutant que, conformément aux principes que nous avons admis comme règles à suivre pour la ventilation des lieux habités, l'évacuation de l'air vicié a lieu, pour la salle, par les gradins et le planum, pour les tribunes par le panneau inférieur des portes, et pour tous les autres locaux par des orifices disposés sur le sol, et que l'admission de l'air nouveau se fait dans la salle au-dessus de la corniche circulaire et du proscénium rectiligne qui domine le bureau, ainsi que par une partie des caissons du plafond, dans la salle des Conférences par son plafond vitré, dans la salle du Trône et dans le vestibule de la bibliothèque vers leurs parties supérieures, et dans le reste seulement des salons et des couloirs à fleur du sol.

» Après cette description sommaire, que nous pouvons compléter verbalement devant l'Académie par l'examen des dessins mis sous ses yeux, nous allons faire connaître succinctement les résultats obtenus.

» *Observations des températures.* — Des thermomètres, comparés entre eux et au nombre de plus de quarante, ont été répartis dans toutes les parties du palais soumises à l'action des appareils de chauffage et de ventilation.

» Tous les jours à 9 heures du matin, à midi, à 2 heures et à 6 heures du soir, on a relevé les températures, ainsi que les consommations de combustible, et des Rapports réguliers, dont on met des originaux sous les yeux de l'Académie, ont été fournis en double expédition.

» Tous constatent :

» 1° Que, pendant la saison du chauffage, il a toujours été facile d'établir dans la salle et dans tous les salons une température uniforme et constante de 18 degrés, en moyenne, à l'ouverture des séances, quelle que fût la température extérieure. Ces tableaux montrent aussi que, pendant les mois d'hiver, où la température extérieure est descendue, à l'heure des séances, jusqu'à — 6°,7, celle de la salle ne s'est élevée, à la fin des réunions, que d'un ou deux degrés au-dessus de sa valeur à l'ouverture.

» 2° Que, pendant les journées de températures douces, d'hiver ou de printemps, où le thermomètre marquait à l'extérieur 14°,4, en moyenne, pendant les séances, la température de l'air admis a été réglée à 19 ou 20 degrés, et que celle de la salle n'a varié que de 18 degrés à l'ouverture, à 21 ou 22 degrés à la fin des séances les plus nombreuses.

» 3° Que, dans l'été, quand la température extérieure, à l'heure des séances, était de 20 à 21 degrés, celle de la salle n'a varié que de 18 degrés à l'ouverture, à 24°,7 à la fin des séances.

» 4° Que, dans les journées les plus chaudes des mois de juin et de juillet où la température extérieure, à l'heure des séances, s'élevait en moyenne à 28 degrés et parfois plus haut, les températures intérieures ont été inférieures aux températures extérieures en moyenne :

		Juin.	Juillet.
Dans la salle...	à l'ouverture des séances de...	5°,3	3°,7
	à la fin des séances de........	4,9	3,0
Dans les tribunes	à l'ouverture des séances de...	4,8	3,3
	à la fin des séances de........	4,4	2,0

» Il y a lieu de faire remarquer que les séances de juin et surtout celles de juillet avaient attiré une affluence exceptionnelle de public, et que la salle complétement pleine contenait plus de mille personnes.

» Quant aux salons et à leurs dépendances, la température s'y est maintenue à 5 ou 6 degrés au-dessous de celle de l'air extérieur.

» *Influence des conduits souterrains sur la température de l'air affluent.* — En rapprochant les observations d'été de celles de l'hiver, on voit que, tandis que, dans la saison froide, la circulation de l'air extérieur dans les galeries souteraines peut élever sa température de 5 et même de 8 degrés, il se produit l'été un effet inverse et que l'air extérieur chaud qui parcourt les galeries s'y rafraîchit de 9 et même de 10 degrés.

» Mais, si l'hiver on peut profiter de l'échauffement de l'air, il ne serait pas possible dans la saison d'été d'utiliser entièrement son rafraîchissement, car, alors que la température extérieure est voisine de 30 degrés, il serait imprudent d'introduire de l'air à la température de 20 degrés seulement. Il paraîtrait et serait en réalité beaucoup trop frais.

» Il faut, en pareil cas, ce qui peut paraître singulier et ce qui a été cependant nécessaire pour quelques journées du mois de juin 1870, échauffer légèrement l'air introduit.

» Un autre moyen, que nous nous étions ménagé et qui nous a également réussi, a consisté dans l'ouverture de portes auxiliaires à une certaine hauteur de la colonne d'air nouveau, par lesquelles on introduisait de l'air pris dans les parties supérieures de l'édifice et qui se mélangeait avec celui qui venait des galeries souterraines.

» *Accroissement nécessaire de l'activité du foyer d'appel pendant l'été.* — L'élévation de la température extérieure exige, comme on le sait, que

celle de la cheminée d'appel croisse en même temps, afin que l'excès de la seconde sur la première reste à peu près constant et ordinairement de 20 à 25 degrés. Pendant le mois de juillet 1870, qui a eu huit journées très-chaudes, dont la température moyenne, pendant les séances, était de 28°,8, il a fallu, pour obtenir une évacuation de 18875 mètres cubes par heure, maintenir la température de la cheminée d'appel à 60°,2 environ, ce qui correspond à un excès moyen de 31°,4.

» *Influence de la continuation de la ventilation pendant les nuits d'été.* — L'on a cherché à s'assurer s'il y aurait avantage à prolonger une ventilation active pendant les nuits d'été, dans la vue d'obtenir pour le jour une température plus modérée. L'avantage obtenu n'a pas paru assez grand pour motiver la dépense de combustible qui en résulterait, et il a semblé suffisant de commencer, dès le matin, à faire fonctionner la ventilation.

» *Du renouvellement de l'air.* — En nous donnant une grande latitude pour amener au chiffre élevé de 45000 mètres cubes le volume d'air évacué, nous nous étions réservé les moyens de le restreindre et de le répartir selon les indications que nous fournirait l'observation des effets produits.

» Nous ne nous étions pas dissimulé qu'outre les difficultés physiques inhérentes à la condition de cette répartition uniforme, à peu près impossible, de l'air nouveau affluent avec une certaine abondance, nous ne pourrions en éviter d'une tout autre nature, provenant de la composition d'une assemblée, dans laquelle se trouvaient réunis des hommes d'âges, de tempéraments, de constitutions, de caractères différents, mais presque tous également enclins à réclamer, d'une manière plus ou moins absolue, satisfaction pour leurs désirs et leurs convenances à ce sujet. Quelque préparés que nous fussions, d'une part, à tenir compte des observations réellement fondées qui nous seraient adressées et, d'une autre, à négliger celles qui nous paraîtraient nuisibles à l'ensemble du service et des résultats à obtenir, nous devons dire que nos prévisions ont été grandement dépassées.

» Les susceptibilités, les délicatesses physiques de plusieurs Députés, qui semblaient s'être donné pour mission spéciale d'observer ou de découvrir partout des courants d'air, des excès ou des abaissements de température, ont mis à une rude épreuve le sang-froid et la patience de notre collègue M. Tresca, dans l'accomplissement de la mission (dont il avait bien voulu se charger avec son fils, M. Alfred Tresca, ingénieur civil) de surveiller et de régler la marche du service.

» *Volumes d'air évacués et introduits.* — Outre les observations de tem-

pérature dans toutes les parties du palais soumises à l'action des appareils, il en a été fait d'autres sur les volumes d'air introduits et évacués à l'aide d'anénomètres disposés à cet effet; mais, avant d'en faire connaître les résultats, nous allons indiquer ceux qui sont relatifs aux prétendus courants d'air, dont quelques députés se croyaient sans cesse fondés à signaler l'existence.

» Pour cette constatation, nous avons employé le moyen le plus sensible dont il nous fût possible de disposer, la flamme de bougies allumées, réparties concentriquement à trois hauteurs diverses, au bas, au milieu et au sommet des gradins, et sur cinq directions rayonnantes de l'hémicycle, deux aux extrêmes, une au centre et deux intermédiaires.

» Toutes les fois que les dispositions prescrites et que la marche ordonnée pour le service ont été suivies, l'observation a montré que, dans toutes les parties de la salle et à la place même des membres qui se plaignaient le plus souvent des mouvements de l'air, la flamme des bougies restait constamment immobile et verticale.

» Ce résultat a été, en particulier, constaté le 30 avril 1870, en présence de l'honorable M. Buffet, qu'une circonstance fortuite avait amené dans la salle et qui a bien voulu assister à nos observations.

» L'on admettra donc sans peine que, dans la salle des séances du Corps législatif, les courants produits par le renouvellement de l'air devaient être regardés comme insensibles. Telle était, du reste, l'opinion de la plupart des membres de l'assemblée.

» Mais un point sur lequel cette opinion était unanime, c'est que le renouvellement de l'air, restreint même au volume de 15000 mètres cubes par heure, suffisait pour soustraire les membres de l'assemblée à ce malaise indéfinissable que l'on éprouve si souvent, dans les lieux de réunions nombreuses non ventilés, par l'action des miasmes insalubres, produits de la respiration et des émanations cutanées.

» Ce résultat hygiénique est assez important, et il peut exercer sur la santé, sur le bien-être, on pourrait même dire sur la liberté d'esprit des membres de l'assemblée, une influence assez salutaire, pour permettre de faire abstraction des délicatesses un peu exagérées de certaines organisations particulières.

» Enfin il résulte de l'ensemble de toutes les observations, que dans la salle même des séances et dans celle des Conférences, au lieu des courants d'air entrant si désagréables que l'on éprouvait antérieurement, il se produisait des sorties légères.

» Il en résulte, pour l'art de la ventilation, cette conséquence importante que, par les dispositions prises et par les proportions adoptées, le principal inconvénient reproché à la ventilation par appel, celui des rentrées d'air, a été complétement écarté.

» 236). *Résultats relatifs à l'évacuation de l'air vicié et de l'introduction de l'air nouveau.* — Il nous reste à faire connaître les résultats observés relativement au renouvellement réel de l'air.

» De premières observations, faites en octobre 1869, avant l'ouverture de la session, en opérant sur les galeries et sur les passages complétement ouverts, nous avaient montré qu'avec un feu très-modéré dans la cheminée d'appel le volume d'air évacué par cette cheminée pouvait s'élever à plus de 60000 mètres cubes par heure, ce qui dépassait de beaucoup celui de 45000 mètres cubes, que nous avions adopté comme un maximum.

» Mais l'examen attentif du mouvement de l'air dans la salle nous avait aussi montré qu'il serait nécessaire de rester beaucoup en deçà de cette limite, et nous conduisit à restreindre considérablement, par des cloisons mobiles, les galeries principales d'évacuation de la salle.

» Après cette restriction, les volumes d'air évacué se rapprochaient beaucoup de ceux qui avaient été admis à l'origine, comme le prouvèrent des observations faites en novembre 1869, et dont nous donnons ici les résultats.

Observation des volumes d'air évacué par heure.

Dates.	Salle, tribunes, escaliers et couloirs.	Salons.	Total.	
1869, novembre 12...	28364^{mc}	10120^{mc}	32484^{mc}	plus 2009^{mc} pour la cheminée de la salle des Conférences.
» 21...	29556	9684	39240	
» 19...	27999	18428	46527	plus 2822^{mc} du vestibule d'entrée du public.
Moyennes...	28639	12744	41417	

» Ces volumes moyens correspondaient pour la salle à un renouvellement complet de l'air effectué, 2,52 fois par heure; ce qui était beaucoup plus que suffisant, surtout pour la salle.

» Aussi, en tenant compte attentivement des impressions signalées par MM. les Députés, nous fûmes promptement conduits à limiter à 14000 ou 15000 mètres cubes environ, pour les saisons d'hiver et de printemps, le volume d'air à évacuer, par heure, de la salle, et à donner des instructions pour le maintenir dans le voisinage de ces limites par une conduite con-

venable du foyer d'appel et par la manœuvre des registres disposés à cet effet.

» L'on aura une idée de la régularité à laquelle on a pu y parvenir par les chiffres consignés dans le tableau suivant :

Observations des volumes d'air évacué de la salle en février 1870.

5 FÉVRIER.		7 FÉVRIER.		8 FÉVRIER.		9 FÉVRIER.	
HEURES des observations.	VOLUME évacué par heure.	HEURES des observations.	VOLUME évacué par heure.	HEURES des observations.	VOLUME évacué par heure.	HEURES des observations.	VOLUME évacué par heure.
h m h m	mc	h m h m	mc	h m h m	mc	h m h m	mc
2.45 à 3.16	16 644	2. 2 à 2.17	16 644	2. 1 à 2.57	15 384	2.16 à 2.27	19 294
3.16 à 3.51	17 539	2.17 à 2.59	15 782	2.57 à 3.30	13 362	2.27 à 2.41	17 639
3.54 à 4.34	15 185	2.59 à 3.36	14 227	3.30 à 4. 7	13 295	2.41 à 3.16	19 197
4.34 à 5.16	14 622	3.36 à 4.36	12 599	4. 7 à 4.40	13 362	4.54 à 5.11	18 491
5.14 à 5.54	14 356	4.36 à 5. 3	13 428	4.40 à 5. 5	13 130	5.13 à 5.42	16 876
				5. 5 à 5.30	14 323		
MOYENNES..	15 469		14 668		13 804		18 419

» L'on voit, par ces résultats, que, malgré les influences extérieures diverses qui peuvent agir, telles que l'activité du foyer d'appel, les variations de la température extérieure, etc., il a toujours été possible, dans une même journée, de limiter suffisamment les variations d'énergie de la ventilation.

» *Ventilation de printemps et d'été.* — Nous avons montré précédemment que, par l'effet du renouvellement de l'air, il avait été possible de renfermer dans des limites convenables la température intérieure de la salle. Quant aux volumes d'air introduits et évacués, nous avons dû les restreindre aussi dans des limites assez modérées par suite de l'impressionnabilité des personnes, et nous n'avons pas cherché à excéder notablement le chiffre de 18000 mètres cubes par heure, pour la salle, quoique parfois, et sans qu'on s'en plaignît, ils aient atteint et dépassé celui de 20000 mètres cubes.

» Nous ferons remarquer que la somme des sections de passage ménagées pour l'admission d'un volume d'air, évaluée au maximum à 30000 mètres cubes par heure, ayant été en réalité de $17^{mq},91$, la vitesse moyenne d'introduction, lorsque le volume à admettre était réduit à 15000 mètres cubes

par heure ou 5 mètres cubes en 1 seconde, n'était plus que de $0^{m},28$ en 1 seconde pour cet air qui débouchait à 16 mètres environ de distance des personnes.

» C'est ainsi que, pendant les journées très-chaudes des 19, 20 et 21 juillet 1869, le volume d'air moyen évacué de la salle seule s'étant élevé à

18785^{mc} par heure ou $5^{mc},218$............. en 1″

la vitesse moyenne d'introduction n'a été que de

$17^{m},91$ par heure ou $0^{m},29$............... en 1″

et par conséquent insensible pour des personnes placées à plus de 16 mètres de distance du débouché.

» En résumé, cette vaste application des principes et des règles que nous avons exposés précédemment au chauffage et à la ventilation du Corps législatif montre :

» 1° Que l'ensemble du palais comprenant :

La salle des séances, les tribunes, les vestibules, les couloirs et les escaliers, dont la capacité cubique s'élève à..	11354^{mc}
Huit salons, avec leurs galeries de communication, présentant une capacité de.	8988
Total..................	20342^{mc}

dont toutes les parties étaient maintenues en communication permanente, par l'absence complète ou par l'ouverture presque continue des portes, a pu être ventilé par un renouvellement complet de l'air produit une fois et demie et deux fois par heure, à l'aide de l'appel déterminé par une seule cheminée.

» 2° Que l'énergie de cette ventilation a pu être variée dans des limites très-étendues, selon les saisons et les besoins, en même temps qu'elle a été répartie convenablement aux divers locaux.

» 3° Que cette abondante circulation d'air a été obtenue, sans qu'à aucune des portes de communication des divers locaux on éprouvât jamais l'action de ces courants d'air, que l'on ressentait précédemment et que l'on reproche, avec raison, à d'autres dispositions de ventilation par appel.

» 4° Qu'en ce qui concerne en particulier la salle des séances et le salon des Conférences, on a presque toujours constaté que l'ouverture des portes déterminait plutôt de légères sorties que des rentrées d'air, ce qui s'accordait d'ailleurs avec les observations directes faites pour la salle sur les volumes d'air introduits ou extraits; les premiers étant supérieurs aux seconds.

» 5° Que, pour la saison d'hiver, les calorifères en briques creuses, pourvus de leurs chambres de mélange d'air frais, ont toujours suffi au chauffage, en ne fournissant dans la salle que de l'air à une température que l'on a réglée à 20 degrés environ, pendant la durée des séances.

» 6° Qu'au printemps et par les températures modérées de l'été, il a été facile de maintenir dans la salle celle de 18 degrés à l'ouverture des séances les plus nombreuses et d'en limiter l'accroissement vers la fin à 2 ou 4 degrés au plus.

» 7° Qu'en été, pendant les journées les plus chaudes, il a été possible de maintenir la température intérieure de la salle à plus de 3 degrés, et celle des tribunes à 2 ou 3 degrés au-dessous de celle de l'air extérieur.

» 8° Que ces résultats ont été obtenus par des dispositions simples, à l'aide d'une seule cheminée d'appel pour l'évacuation et d'une cheminée d'introduction pour la salle, sans recourir à l'emploi d'aucun appareil mécanique.

» 9° Qu'à l'aide d'appareils électriques, réunis dans un même cabinet, situé au rez-de-chaussée, dans lequel se trouvent aussi les manœuvres des registres régulateurs, un seul agent peut facilement constater et faire varier, selon les besoins, la marche des températures et celle de la ventilation, et obtenir partout la régularité voulue. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur l'origine des lenticelles; par* **M. A. Trécul.**

« Guettard (*Mém. de l'Acad.*, 1745, p. 268) avait nommé *glandes lenticulaires* les petites éminences auxquelles A. P. de Candolle substitua avec raison, en 1826, le mot *lenticelles*, parce qu'il ne leur reconnut pas les caractères d'une glande (*Ann. sc. nat.*, t. VII, p. 8). Il pensa que les lenticelles sont aux racines ce que les bourgeons sont aux branches, c'est-à-dire des points de la tige où le développement des racines est préparé d'avance.

» M. Mohl a fait voir, en 1832, qu'il n'en est point ainsi, et, en 1836, il traça dans les lignes suivantes la définition des lenticelles (*Verm. Schrift*, 1845, p. 236) : « Les lenticelles sont une formation partielle de liége, qui » ne sort pas, comme le vrai liége, de la surface du parenchyme cortical » externe, mais qui doit son existence à une excroissance du parenchyme » cortical interne. »

» Dans la même année 1836, M. Unger, sollicité peut-être par l'idée de M. de Martius, qui supposa que les cellules contenues dans les fossettes

de la tige des Cyathéacées pouvaient être utiles à la fécondation, admit une analogie de nature entre les fossettes de ces Fougères, les sorédies des Lichens et les propagules d'autres végétaux cryptogames. Sous l'influence de cette hypothèse, il fut porté à considérer les lenticelles comme un essai de la nature pour continuer la formation de ces propagules sur l'écorce des Dicotylédonés (*Flora*, t. XXXVIII, p. 603), et, à l'appui de cette manière de voir, il invoqua l'état de désagrégation des cellules externes des lenticelles, et, de plus, il assura, d'après l'observation de jeunes pousses de *Prunus Padus* et de *Syringa vulgaris*, que les lenticelles naissent sous les places d'abord occupées par des stomates peu nombreux. Dans une courte Note publiée l'année suivante, M. Unger, bien qu'il ne nomme que l'*Ulmus suberosa* et le *Bignonia Catalpa*, dit avoir vérifié sur un grand nombre d'arbres et d'arbrisseaux que les lenticelles sont produites partout où il existait auparavant un stomate (*Flora*, 1837, t. XXIX, p. 236).

» En 1838 (*Aphorismen zur Anat. und Physiol. der Pfl.*, p. 16), M. Unger, sans abandonner tout à fait son opinion, mais sans nommer les stomates, fait un pas vers l'avis de M. Mohl. Il dit, en effet, que « les lenticelles sont » des organes de la respiration oblitérés, dans lesquels une excroissance » de cellules apparaît *comme une formation partielle de liége*, et elle rap- » pelle, par le relâchement de ses utricules, la formation des gemmes les » plus simples, qui tendrait à se continuer sur les tiges des Dicotylé- » donés. »

» M. Unger ne s'est pas arrêté là. Poussé sans doute par le sentiment de l'inexactitude de la dernière partie de cette définition, il abandonna avec elle la première partie, en 1840, dans son Mémoire, *Ueber den Bau und das Wachsthum des Dicotyledonen-Stammes*, publié à Saint-Pétersbourg, et ensuite dans ses *Grundzüge der Botanik*, édités à Vienne, en 1843, en collaboration avec Endlicher. Dans ce dernier ouvrage (p. 99), M. Unger, supprimant à la fois ce que sa première opinion contient d'erroné et de vrai, se rallie en partie à l'avis de M. Mohl, qu'il modifie toutefois notablement, puisqu'il se borne à considérer les lenticelles comme dues à des excroissances partielles du périderme, limitées à de petites places, sous la forme de proéminences verruqueuses.

» A cette manière de voir ont adhéré MM. Willkomme (*Anleit. zum Stud. der wiss. Bot.*, 1854, p. 135) et Schacht (*Lehrb. der Anat. und Physiol. der Gew.*, 1855, t. I, p. 295), qui regardent les lenticelles comme des saillies verruqueuses du liége.

» MM. Meyen, Schleiden, Ad. de Jussieu, Lemaoût et Decaisne ont émis

diverses opinions, que le défaut d'espace ne me permet pas de reproduire. Ach. Richard (*Élém. de Bot.*, 1846, p. 71) paraît avoir entrevu l'apparition des lenticelles à des places où il existait auparavant un stomate.

» Enfin, dans ces dernières années, M. Duchartre (*Élém. de Bot.*, 1866, p. 161) et M. J. Sachs (*Lehrb. der Bot.*, 1870, p. 89), tout en rappelant la première assertion de M. Unger, se rangent à l'avis de M. Mohl.

» L'assertion de M. Mohl, que j'ai citée plus haut, renferme-t-elle toutes les notions sur lesquelles doit être établie la définition des lenticelles? Je n'hésite pas à répondre que non : 1° parce qu'il faut revenir à la première observation de M. Unger, en la débarrassant de l'hypothèse qui assimile les cellules superficielles des lenticelles aux propagules de végétaux inférieurs; 2° parce qu'il n'est pas rigoureusement exact de dire que les lenticelles sont une excroissance du parenchyme cortical interne.

» Examinons d'abord le premier point. Dans tous les végétaux ligneux que j'ai pu examiner à un âge favorable, j'ai vu que les petites taches ordinairement pâles ou blanches, signalées par M. Unger, contiennent le plus souvent un stomate au milieu. Dans quelques arbres ou arbrisseaux, il en existe plusieurs sur la même tache. Ainsi, il y en a, suivant la grandeur des taches, de 1 à 5 dans le *Juglans regia*, 1 à 4 dans le *Populus fastigiata*, 2 à 8 dans le *Populus ontariensis*, 1 à 9 dans le *Populus virginiana*, 5 à 16 dans le *Populus canadensis*, et de 5 à 30 dans l'*Hedera regnoriana*. Voici une cinquantaine d'autres espèces dont chaque tache n'est pourvue que d'un seul stomate : *Populus nigra, alba; Platanus occidentalis; Prunus Padus, Mahaleb; Cratægus oxyacantha, pyriformis; Cotoneaster affinis; Rhamnus Frangula, latifolius; Zizyphus sativa; Acer campestre, pseudoplatanus; Pavia macrophylla; Æsculus Hippocastanum; Syringa vulgaris; Forsythia suspensa; Phillyrea latifolia, media; Ligustrum japonicum, vulgare; Catalpa syringæfolia, Bungei; Gymnocladus canadensis; Styphnolobium japonicum, Gleditschia triacanthos, monosperma; Fraxinus pubescens; Diospyros pubescens; Ulmus campestris; Morus nigra, alba; Ficus Carica; Viburnum cotinifolium, Lentago, pyrifolium; Sambucus nigra; Tilia platyphylla, corallina; Ilex aquifolium; Pistacia Terebinthus; Cornus alba; Carya olivæformis; Macropiper excelsum; Alnus arguta; Ostrya virginiana; Betula dalecarlica; Corylus Avellana, tubulosa; Quercus Libani, fastigiata; Salix pontederana, viminalis, japonica, lanceolata.*

» Sur presque tous ces végétaux le stomate s'aperçoit facilement; il est même quelquefois très-grand. Sur d'autres espèces il faut le chercher avec attention, ou parce qu'il est altéré de bonne heure (*Pavia macrostachya, etc.*),

ou parce qu'il n'existe pas sur les taches les plus jeunes. Ainsi, sur les pousses vigoureuses de *Carya olivæformis*, *Corylus tubulosa*, *Ulmus campestris*, *Rhamnus Frangula*, *Acer campestre*, *Prunus Padus*, *etc.*, on pourra ne pas trouver de stomate sur les taches les plus jeunes du rameau en voie d'accroissement, mais on en verra certainement sur les taches plus âgées.

» Ces taches sont quelquefois rares (*Ulmus campestris*, *Ostrya virginiana*, *Ficus Carica*), et il est assez singulier de voir les stomates répartis sur un assez petit nombre de points de la surface des rameaux. Dans les *Salix viminalis*, *japonica*, *lanceolata*, par exemple, il n'y a parfois qu'une tache de chaque côté, un peu au-dessous de l'insertion des pétioles; le plus souvent peut-être il n'y en a que d'un côté en cet endroit, et assez rarement quelques-unes sur d'autres points que ceux-là. Sur le *Salix pontederana*, celles qui sont éparses sur les autres parties du rameau sont plus fréquentes. Sur le *Ficus Carica*, il y a de 8 à 10 ou 12 taches blanches un peu au-dessous de chaque feuille et de sa stipule, et ces taches sont disposées à peu près suivant une ligne parallèle à l'insertion de ces organes; il y a en outre quelques taches éparses sur d'autres points du mérithalle. Sur le *Sambucus nigra*, les taches sont réparties dans les cannelures creuses longitudinales. Sur le *Cotoneaster affinis*, les taches sont nombreuses et assez également distribuées sur le rameau, et chacune d'elles produit une petite lenticelle.

» On ne saurait douter, après un examen un peu attentif, que dans les cinquante-six espèces que je viens de nommer, et qui ont été prises à peu près au hasard, chacune des taches porte un stomate dans sa région moyenne.

» Voyons maintenant comment les lenticelles naissent au-dessous d'elles.

» Ces taches le plus souvent blanchâtres, quelquefois rouges ou roses avec un point blanc au milieu (*Syringa vulgaris*, *Pistacia Terebinthus*, *Ligustrum japonicum*, *Cornus alba*) s'élèvent plus ou moins au-dessus de la surface du rameau, en petites éminences circulaires, elliptiques ou oblongues ayant les extrémités aiguës ou plus rarement obtuses (1).

» Des coupes transversales font voir, sous le stomate, un parenchyme vert dans les *Catalpa syringæfolia*, *Bungei*, *Juglans regia*, *Syringa vulgaris*. Dans le *Sambucus nigra*, les cellules les plus voisines du stomate sont pau-

---

(1) Je crois devoir mentionner ici les singuliers processus piliformes qui ont valu au *Pilodendron crinipes* son nom spécifique, et qui ont constamment à leur extrémité un ou deux stomates. L'axe de ces appendices grêles est d'un tissu lâche et assombri par les gaz qui le traversent.

vres en chlorophylle, mais celles qui sont autour et au-dessous d'elles en sont très-riches. Dans nombre de végétaux le tissu le plus proche du stomate est tout à fait incolore. Dans les *Populus canadensis*, *ontariensis*, *Salix pontederana*, *viminalis, japonica*, etc., ce parenchyme incolore est relativement très-développé.

» Que ce tissu voisin du stomate et de la cavité dite *respiratoire* soit vert ou incolore, il est toujours imprégné de gaz, et c'est surtout à la présence de ce gaz que la tache doit son aspect blanchâtre. Dans quelques cas, le tissu ainsi assombri par les gaz va en s'élargissant de dehors en dedans à travers le parenchyme vert de l'enveloppe herbacée (*Juglans regia*, *Populus ontariensis*).

» Sur les côtés de ce tissu vert ou incolore placé sous le stomate, il y a ordinairement sous l'épiderme, la couche bien connue, de quelques rangées de cellules à parois irrégulièrement épaissies, et qui contiennent des grains de chlorophylle en quantité variable. Dans le *Sambucus nigra*, ce tissu occupe les parties saillantes des rameaux. Dans le *Macropiper excelsum* il y a une couche de tissu fibroïde, avec granules verts rares, située à quelque distance de l'épiderme, dont elle est séparée par quatre ou cinq rangées de cellules parenchymateuses. Cette couche, comme le tissu à cellules épaissies subépidermique des cas précédents, est interrompue vis-à-vis des stomates, de manière à permettre au parenchyme vert sous-jacent de communiquer avec l'air atmosphérique par l'intermédiaire de ces stomates.

» Quand les proéminences que surmontent les stomates sont arrivées, avec le rameau, à un certain développement, les cellules externes brunissent. Quelquefois l'épiderme est détruit de très-bonne heure (*Fraxinus pubescens*, *Sambucus nigra*); d'autres fois il persiste encore avec le stomate sur des protubérances qui sont dans leur deuxième année (*Ilex aquifolium*).

» Ordinairement, au moment où les cellules externes commencent à se colorer en brun, les cellules sous-jacentes se multiplient par division, et elles donnent assez fréquemment lieu à un tissu lâche, de cellules plus ou moins arrondies, quelquefois allongées radialement en ellipse (*Sambucus nigra*, *Acer pseudoplatanus*, *Ostrya virginiana*), mais souvent ces cellules, plates au début et en séries radiales, deviennent ensuite seulement globuloïdes, ou bien elles conservent l'aspect subéreux.

» Tantôt cette multiplication cellulaire s'effectue au-dessous des stomates avant que le suber ou périderme commence à se développer sous les autres parties de l'épiderme (*Fraxinus pubescens*, *Catalpa Bungei*, *Quercus Libani*, *Sambucus nigra*, *Ligustrum japonicum*, *Viburnum Lentago*, *Gleditschia tria-*

canthos, Tilia corallina, etc.). Tantôt le développement du périderme est à peu près simultané (*Juglans regia*, *Ligustrum vulgare*, *Phillyrea latifolia*, *Ulmus campestris*, *Morus alba*, etc.). Chez d'autres plantes, l'apparition du périderme est très-tardive. Dans l'*Ilex aquifolium* je n'en vois que sur les rameaux de deux à trois ans, et, sur le *Cornus alba*, je ne le vois apparaître, comme je le dirai plus loin, qu'à la base d'un rameau de trois ans.

» Sur quelques végétaux, le développement tardif du périderme fait que les protubérances lenticellaires sont, dans leur jeunesse, entourées d'une aréole très-remarquable, quand la multiplication cellulaire s'effectue sous l'épiderme seulement jusqu'à une petite distance autour des taches primitives. Ces aréoles sont vertes sur les pousses vigoureuses des *Tilia corallina*, *Alnus arguta*, rouges sur les jeunes rameaux du *Cornus alba* (1).

» Quelquefois, en opposition avec les cas précédents, le développement subéreux est plus tardif sous la lenticelle que sous les autres parties du rameau (*Populus canadensis, ontariensis*, etc.).

» Dans ces *Populus* et dans les *Salix pontederana*, *viminalis, lanceolata*, etc., le tissu incolore placé sous les stomates a, ainsi que je l'ai dit, une épaisseur relativement considérable : il s'étend dans les *Populus canadensis* et *nigra* jusqu'au tiers environ de l'enveloppe herbacée. Dans le *Salix japonica* je lui trouve $0^{mm},19$ de profondeur et $0^{mm},25$ de largeur ou hauteur. Comme la multiplication cellulaire subéreuse s'opère sur le pourtour interne de ce tissu incolore, il en résulte que, dès leur début, les lenticelles sont assises profondément dans l'écorce. Au contraire, quand ce tissu incolore est peu développé, ou quand il n'y a sous le stomate que des cellules vertes, la multiplication cellulaire est, dans le principe, beaucoup plus superficielle.

» Dans les *Phillyrea latifolia, media*, *Ligustrum japonicum*, *Viburnum cotinifolium*, la base des lenticelles des rameaux d'un ou deux ans repose sur un parenchyme vert saillant, plus élevé que la face interne du périderme des parties environnantes, ou bien il est au moins de niveau avec lui. Dans quelques cas ce parenchyme vert est plus haut que la surface même de l'épiderme des parties voisines (2).

---

(1) Sur un beau scion de *Macropiper excelsum*, le tissu central des jeunes lenticelles, devenu brun-noirâtre et comme marbré, vu à la loupe, est entouré d'un étroit liseré blanc.

(2) Je ne m'occupe pas, dans cette courte Note, de l'état de l'insertion des lenticelles et de leur profondeur à différents âges, cet ordre de faits étant le plus facile à observer et le mieux connu.

» Il est encore à remarquer que ce parenchyme vert placé immédiatement au-dessous de la lenticelle est, dans les plantes que je viens de nommer, plus riche en chlorophylle que dans toute autre partie de leur écorce. La chlorophylle augmente de même sous les lenticelles du *Ligustrum vulgare*.

» De plus, les cellules des lenticelles sont souvent plus petites que celles du suber ou du périderme. Je les ai trouvées telles dans quantité d'espèces, et en particulier dans les *Æsculus Hippocastanum*, *Catalpa Bungei*, *Phillyrea latifolia*, *media*, *Quercus fastigiata*, *Viburnum Lentago* et *cotinifolium*. La ressemblance des deux formations subéreuses était au contraire assez prononcée dans le *Viburnum pyrifolium*.

» La constitution des lenticelles, d'un tissu peu dense à l'extérieur, et en relation avec le parenchyme vert aux dépens duquel elles multiplient leurs cellules, à quoi s'ajoute encore l'obscurcissement notable du tissu des lenticelles par l'interposition des gaz, semble autoriser à considérer celles-ci (avec MM. Unger, Meyen et Schleiden) comme servant à la respiration.

» Pourtant, je ne crois pas que les lenticelles aient pour *fonction spéciale* des phénomènes se rattachant à la respiration, d'abord parce que les cellules subéreuses ou du périderme sont quelquefois occupées par des bulles gazeuses (*Phillyrea latifolia*, *media*), ensuite parce que les lenticelles me paraissent avoir surtout pour objet de protéger les tissus de l'écorce mis à nu par la rupture de l'épiderme. Je me crois d'autant plus autorisé à le penser que dans un scion vigoureux d'*Acer pseudoplatanus*, sous toutes les lenticelles duquel la formation subéreuse était imparfaite, les tissus corticaux voisins noircissaient, étant en voie d'altération.

» On doit se rappeler en outre que, dans maintes circonstances, il se forme du liége au-dessus des tissus qui sont menacés de destruction. Sur les rameaux des *Cornus alba* et *sericea*, chez lesquels la production subéreuse est très-tardive, le liége n'apparaît d'abord qu'au-dessous des crevasses de l'épiderme, et ce n'est que par la multiplication de ces crevasses que la couche subéreuse devient continue, de sorte que, quand les premières crevasses sont très-courtes, comme je l'ai vu sur un rameau de deuxième année du *Cornus sericea*, elles ont l'aspect de lenticelles.

» A la partie inférieure des rameaux de l'année du Sureau, il y a de très-petites excroissances subéreuses qui ne paraissent pas être nées sous un stomate, comme les lenticelles les plus grandes de ce rameau; elles semblent avoir été produites par la modification du tissu de la base renflée de poils tombés; mais à cet égard il faut noter que de telles éminences, mal-

gré leur forme arrondie, ne doivent pas être confondues avec les lenticelles nées sous les stomates, parce qu'elles ont une origine différente et qu'elles ne peuvent rien protéger, attendu qu'elles sont nées sur une surface corticale déjà pourvue d'une couche continue de périderme.

» Ce sont sans doute ces tout à fait petites éminences subéreuses qui ont inspiré à M. Germain de Saint-Pierre la définition suivante : « Une lenticelle est donc une hypertrophie locale du tissu cellulaire sous-épidermique *tant de la couche subéreuse que de la couche herbacée*, dont la naissance est déterminée par la mise à jour du tissu cellulaire sous-épidermique dans le point où l'épiderme a subi une perte de substance par la destruction d'une partie soulevée en forme d'aiguillon ou de poil non glanduleux ou glanduleux » (*Dict. de Bot.*, 1870, p. 832).

» Malgré l'affirmation de M. Germain de Saint-Pierre, qui rejette l'avis de M. Unger, je maintiens que la plupart et les plus grandes des lenticelles des rameaux de l'année du Sureau, observées en ce moment, et celles de toutes les plantes que j'ai nommées, naissent au-dessous des places qui étaient occupées par un ou plusieurs stomates.

» Je terminerai cette Communication par quelques réflexions sur la définition donnée par M. Mohl. J'ai dit plus haut qu'il n'est pas rigoureusement exact de soutenir que les lenticelles sont dues à une excroissance (*Wucherung*) du parenchyme cortical interne. Cette expression peut être interprétée de deux manières. Elle peut dire que le tissu parenchymateux qui produit les lenticelles est une émanation du parenchyme placé sous la couche de cellules épaissies, et qu'il a fait éruption à travers celle-ci : ce n'est assurément pas là la pensée de M. Mohl. Ou bien elle signifie que le liége des lenticelles est produit exclusivement par le tissu placé sous la strate des cellules épaissies, et non par les cellules contiguës à l'épiderme, et qu'à cause de cela la substance lenticellaire diffère de la substance subéreuse vraie : c'est bien là ce qu'a voulu exprimer le savant anatomiste. La conclusion n'est pas rigoureuse, parce que M. Mohl n'a pas remarqué que les lenticelles commencent par la mort des cellules du parenchyme externe, et que leur multiplication utriculaire débute sous ces cellules mortes ou en voie de mourir, quelquefois même après la rupture de l'épiderme. Par conséquent le tissu lenticellaire naît dans des conditions physiologiquement analogues à celles dans lesquelles le liége se développe sous les crevasses commençantes des *Cornus*, par exemple, que je viens de citer. La formation des lenticelles aréolées du Tilleul, de l'*Alnus arguta* et du *Cornus alba* le prouve également, puisque l'aréole, qui n'est qu'une extension du tissu

lenticellaire sous l'épiderme, a exactement la constitution et l'origine du liége vrai de notre illustre Correspondant.

» En conséquence de ce qui précède, le terme *lenticelle* me paraît devoir être modifié de la manière suivante : *Les lenticelles qui naissent sur les rameaux résultent d'une formation partielle de liége au-dessous des tissus détruits, ou en voie de mourir, qui environnent la cavité dite* respiratoire, *placée sous les stomates, laquelle formation subéreuse a pour but de protéger les tissus internes contre l'action nuisible des agents atmosphériques; mais* (sur les rameaux de plantes bien rares parmi celles que j'ai nommées) *il y a d'autres protubérances subéreuses, assez semblables aux précédentes par la forme extérieure, qui sont produites à la suite de simples crevasses de l'épiderme avant la naissance du liége ou du périderme* (au début des premières crevasses sur le *Cornus sericea*), *tandis que d'autres sont nées à la surface d'une couche péridermique préexistante* (*Sambucus nigra*). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse aux observations présentées par* M. Ch. Sainte-Claire Deville, *au sujet de la publication d'un Atlas physique de la France; par* **M. Delaunay**.

« Lundi dernier, j'ai fait distribuer à tous les Membres de l'Académie un supplément au *Bulletin international de l'Observatoire de Paris*, contenant une sorte de programme de l'Atlas physique de la France dont nous entreprenons la publication. Je n'avais pas voulu en faire l'objet d'une présentation à l'Académie elle-même, parce que, autant il m'est agréable de lui apporter des résultats acquis à la science, autant il me répugne de faire parade de projets dont l'exécution est à peine commencée. La distribution de ce supplément du *Bulletin international* à mes honorables Confrères avait pour objet d'appeler leur attention sur l'œuvre que nous entreprenons, et de provoquer leurs observations, leurs conseils, et même au besoin leur concours, pour la réalisation de cette œuvre, qui me paraît présenter une assez grande importance. M. Ch. Sainte-Claire Deville a cru devoir saisir immédiatement l'Académie d'une réclamation de priorité à ce sujet, et revendiquer la *propriété littéraire* de l'Atlas physique de la France. Je viens de recevoir de M. Marié-Davy, en réponse à la réclamation de M. Ch. Sainte-Claire Deville, la lettre suivante qu'il est de mon devoir de communiquer à l'Académie :

Lettre de M. Marié-Davy *à M. Delaunay, en réponse à une précédente Note de M. Ch. Sainte-Claire Deville.*

« C'est avec regret, Monsieur le Directeur, que je viens vous prier de présenter en mon nom à l'Académie quelques mots de répouse à la Note de M. Ch. Sainte-Claire Deville, insérée page 842 du n° 25 des *Compte rendus*.

» Les questions de personne sont toujours mauvaises à soulever dans la science; mais je ne puis laisser passer, sans les rectifier, certaines affirmations contenues dans cette Note. D'ailleurs, je ne suis pas seul en cause, puisque l'*Atlas physique* est actuellement l'œuvre de l'Observatoire qne vous dirigez.

» Je ne contesterai nullement à M. Ch. Sainte-Claire Deville qu'il ait conçu en 1847 le projet de faire un Atlas physique de la France. Je pourrais, il est vrai, constater que, de 1847 à 1869, vingt-deux ans se sont écoulés sans réalisation de ce projet; mais je puis affirmer que les derniers souvenirs de M. Ch. Sainte-Claire Deville ne sont pas fidèles.

» C'est en 1865, et non en 1869, que j'ai parlé pour la première fois de mon projet à M. Ch. Sainte-Claire Deville, en dinant avec lui chez un ami commun, M. Lacour. Sa réponse a été que ses nombreux travaux ne lui permettaient pas de s'occuper d'une entreprise aussi importante.

» Je revins à la charge un an après, environ. M. Ch. Sainte-Claire Deville voulut bien alors faire tenter par M. Renou, auprès du Président de l'Association scientifique, une démarche qui n'aboutit pas.

» Les choses restèrent de nouveau en suspens, jusque vers la fin de 1868. Je m'adressai alors au Gouvernement, pour lui exposer mon plan et pour lui demander l'autorisation de faire usage de la carte de la Gaule et des cartes de l'État-major. Je reçus en réponse :

» 1° Du ministre de l'Instruction publique, quatre cartes muettes de la Gaule;

» 2° Du ministre de la Guerre, une lettre m'autorisant à faire prendre au Dépôt les copies ou photographies de cartes dont j'aurais besoin.

» Quelques mois après, et au moment où j'allais faire usage de cette autorisation écrite, je la communiquai à M. Ch. Sainte-Claire Deville, qui la garda en me disant que ses démarches auraient plus d'efficacité que les miennes. Jusque-là, M. Ch. Sainte-Claire Deville ne m'avait communiqué aucun plan; c'est moi qui lui avais mis le mien sous les yeux et par écrit. Je ne conteste pas, je le répète, que M. Deville ait eu un projet remontant à vingt-deux ans; je parle seulement de ce qui s'est passé entre nous.

» La carte photographiée par M. Demilly, que M. Ch. Sainte-Claire Deville « n'a communiquée à personne », a été faite en suite de ma demande au Gouvernement et de l'autorisation qui me fut personnellement accordée, autorisation dont l'administration se montre d'ailleurs très-libérale. J'ai eu et j'ai encore entre les mains plusieurs épreuves de cette carte. M. Ch. Sainte-Claire Deville en a fait graver par M. Erhardt quelques centimètres carrés comme spécimen, c'est vrai, et tout s'est réduit là, bien que l'éditeur désigné dans la Note de M. Ch. Sainte-Claire Deville désirât marcher. Mais déjà, depuis plus de six mois, les plans et devis avaient été discutés et fixés entre M. Erhardt et moi.

» Un travail pareil à celui dont il est question n'est pas une œuvre personnelle, et je me trouvais heureux que MM. Deville, Hervé-Mangon et Renou voulussent bien s'associer à moi. Je leur confiai mes plans, par l'intermédiaire de M. Deville. On y apporta quelques

modifications; puis, quand vint la répartition du travail, MM. Deville et Renou prirent ce qui était à leur convenance, et laissèrent le reste à M. Hervé-Mangon et à moi.

» Cette troisième tentative, quoique plus sérieuse que les autres, avorta comme elles, et cela bien avant la guerre et pour d'autres causes.

» Du jour où j'ai vu que ma position à l'Observatoire avait acquis la stabilité désirable, j'ai repris mon projet. J'ai eu l'honneur de vous en soumettre les divisions principales, les détails devant être discutés et réglés d'un commun accord avec les commissions départementales; et l'Observatoire s'est mis à l'œuvre.

» La carte que M. Ch. Sainte-Claire Deville « n'a communiquée à personne », mais dont j'ai mis sous vos yeux cinq épreuves photographiques, qui ont été délivrées par le Dépôt de la Guerre à l'Observatoire, est actuellement entre les mains du graveur. Avant un mois, je l'espère, vous aurez pu en offrir un exemplaire gravé à chacun des membres de l'Académie.

» Me sera-t-il permis d'ajouter que cette histoire de l'*Atlas physique de la France* est, à beaucoup d'égards, celle de l'Observatoire de Montsouris.

» Quant à la Note de M. Renou, elle est d'une autre nature et mérite une réponse à part. »

» D'après les explications données par M. Marié-Davy, dans la lettre que je viens de lire, on voit que les choses ne se seraient pas passées tout à fait comme le dit M. Deville dans la Note qu'il a insérée au *Compte rendu* de lundi dernier. Mais, pour moi, la question n'est pas là. Tout le monde reconnaît l'utilité de la publication d'un Atlas physique de la France. Or personne ne peut contester qu'il appartient à l'Observatoire de Paris de s'occuper de cette publication. C'est pour lui, non-seulement un droit, mais je dirai même un devoir. Les études relatives à la physique du globe ont toujours fait partie du cadre des travaux de l'Observatoire de Paris. L'organisation de son bureau météorologique, dans lequel se centralisent toutes les observations physiques recueillies sur toute l'étendue du territoire de la France, le met dans les conditions voulues pour l'élaboration d'un Atlas physique de notre pays. Personne plus que moi n'appelle de tous ses vœux la constitution à Paris d'un observatoire physique central distinct de l'Observatoire astronomique; mais il me semble que nous ne devons pas attendre indéfiniment la création de cet observatoire physique, dont les principaux éléments existent d'ailleurs à l'Observatoire de Paris. Notre devoir est de nous mettre à l'œuvre sans plus tarder. »

M. Ch. Sainte-Claire-Deville s'exprime comme il suit :

« Je répondrai aussi brièvement que possible, à la lecture qui vient de nous être faite.

» En ce qui concerne le projet d'un *Atlas physique de la France*, je maintiens l'exactitude absolue de ce que j'ai dit dans la dernière séance. Je n'ai nullement revendiqué pour moi la propriété littéraire exclusive de cette œuvre. Je n'ai eu en vue qu'un objet, et je le maintiens encore aujourd'hui, celui de réserver entiers pour l'avenir, s'il leur convenait de les exercer, les droits de trois collaborateurs à un travail commun, étudié, approfondi en commun, et amené, en commun, au point précis où tout était prêt pour l'exécution, dont les moyens étaient déjà assurés.

» Que M. Marié-Davy m'ait entretenu de ses idées à cet égard en 1865, en 1866 ou en 1869, la question n'a aucun intérêt. Je lui ai, dès lors, assurément fait connaître les plans soumis, en 1847, à M. Élie de Beaumont, par M. Renou et moi; ma *Carte des eaux douces de la France* avait été publiée en 1851, et je puis ajouter que, dès cette époque aussi, la *Carte des eaux minérales de la France* était déjà dressée, ainsi qu'en témoigne l'*Annuaire des eaux de la France*, p. 316.

» Ai-je besoin ici d'affirmer que je ne me suis pas, de ma propre autorité, octroyé, en mars 1869, la délégation que mes collaborateurs ont spontanément offerte à celui qui était, à la fois, leur doyen et le Président de la Commission chargée d'organiser Montsouris, Commission à laquelle ils appartenaient tous trois?

» Ai-je besoin d'ajouter que les matières avaient été, d'un commun accord, réparties entre nous, de manière que chacun des collaborateurs fût chargé de celles auxquelles il était le mieux préparé par ses études antérieures (1)?

» En vérité, je crois que l'Académie me saurait mauvais gré d'insister devant elle sur de pareilles questions. Mais il y a, dans la Lettre qui vient de nous être lue, un fait que je suis heureux de signaler. M. Marié-Davy y déclare, en effet, qu'il a trouvé une position stable à l'Observatoire de Paris, près du Directeur actuel. Je ne puis que les en féliciter tous deux.

---

(1) Je dépose sur le bureau de l'Académie un certain nombre de pièces, les unes officielles, d'autres émanant de mes trois collaborateurs et indiquant les sujets que chacun s'était réservé de traiter, soit seul, soit en appelant à son aide des savants spéciaux. On y voit que sept cartes purement météorologiques et portant sur les phénomènes de température, de pression barométrique, de répartition de la pluie, etc., étaient confiées à M. Renou, qui en a fait, comme on sait, depuis trente ans, une étude approfondie. M. Hervé-Mangon se chargeait aussi de sept cartes, comprenant les irrigations, l'élevage des animaux domestiques, les productions agricoles, les voies de terre et d'eau, le prix des journées, du froment, etc. A M. Marié-Davy échéaient dix-huit cartes, comprenant des sujets intéressants et variés : iso-

» Quant à l'histoire de la fondation de l'Observatoire de Montsouris, le moment n'est pas encore venu pour moi de l'écrire. Mais tout s'y est passé au grand jour, et, si M. Delaunay est curieux d'en connaître les détails, rien ne lui est plus facile que d'en entretenir ou le Ministre éclairé qui a créé l'institution, ou celui de nos illustres Secrétaires perpétuels qui y a concouru, dès le premier jour, comme Président du Conseil municipal, ou les quatre honorables Membres de la Commission d'organisation qui résident encore à Paris. M. Delaunay pourra ainsi, s'il le désire sincèrement, s'édifier aux sources les meilleures et les plus désintéressées sur la manière dont on a traité, en toutes circonstances, et les questions scientifiques et les questions de personnes.

» Un dernier mot. Certes, il est regrettable pour la science que, malgré le vote explicite du Corps législatif, des ressources suffisantes n'aient pu être mises encore au service de l'Établissement où nous voulons étudier, d'un point de vue vraiment nouveau, ce que j'ai appelé l'*Histoire naturelle de l'atmosphère*. Mais qu'il me soit permis de rappeler que ce retard ne peut être attribué à un manque d'énergie de la part de ceux qui, avec moi, l'ont maintenu au milieu de l'effroyable crise que nous venons de traverser. J'en rapporte, avant tout, le mérite à tous les savants qui, de la France et de l'étranger, n'ont jamais cessé de nous encourager : j'aime surtout à en remercier l'Académie, qui s'est constamment montrée sympathique à notre œuvre, et qui, aujourd'hui même, vient de m'en donner une preuve nouvelle. »

M. Marignac fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire qu'il vient de publier dans les *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*, de Genève, et qui a pour titre « Recherches sur les chaleurs spécifiques, les densités et les dilatations de quelques dissolutions ».

---

thermes réelles et températures extrêmes diurnes; orages, grêles; régions agricoles avec leurs plantes caractéristiques ou avec leurs plantes cultivées; lignes télégraphiques et postales; productions minérales et industrielles; densité et mouvement de la population, etc. On me confiait quatorze cartes, dont deux étaient consacrées aux eaux douces et aux eaux minérales, et dont les autres comprenaient les divers éléments de la Géologie.

Quant à la photographie de la carte mère au $\frac{1}{2000000}$, que je n'ai voulu communiquer à personne, bien qu'elle m'ait été demandée, je répète que c'est sur mon initiative, et même sur mes instances, que M. le commandant Demilly a bien voulu entreprendre et a exécuté avec succès cette œuvre délicate et difficile.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTALLURGIE. — *Sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal.* Mémoire de **M. L. Gruner**, présenté par M. Combes. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, H. Sainte-Claire Deville, Fremy.)

« On connaît depuis longtemps l'action réductive que l'oxyde de carbone exerce, à la chaleur rouge, sur les minerais de fer. On sait aussi, par des expériences du Dr Stammer en 1851 (1), et de M. Margueritte en 1865 (2), que le fer métallique peut, à cette même température, être carburé par l'oxyde de carbone. Mais les réactions sont différentes, et beaucoup moins connues, au-dessous du rouge sombre, vers 3 à 400 degrés du thermomètre centigrade.

» Les phénomènes particuliers qui se manifestent à cette température ont été signalés, en 1869, par l'un des principaux maîtres de forges anglais, M. Lowthian Bell, propriétaire de la belle usine à fer de Clarence-Works, près de Middlesborough, dans le Claveland. Cet habile métallurgiste a rendu compte de ses premières expériences dans le *Journal de la Société chimique de Londres* (numéro de juin 1869); puis, deux mois plus tard, dans la session de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, tenue à Exeter au mois d'août de la même année; enfin, en octobre, dans un Mémoire spécial sur la théorie des hauts-fourneaux (3).

» Dès que j'eus connaissance des faits signalés par M. Bell, en mai 1870, j'entrepris, dans mon laboratoire, une série d'expériences dans le but de vérifier les réactions annoncées et de les étudier d'une façon sérieuse. Ce travail m'occupa pendant plusieurs mois, jusqu'au moment où les graves événements de l'hiver dernier y mirent un terme : cette circonstance ne m'a pas permis de résoudre complétement toutes les questions qui peuvent se rattacher aux phénomènes dont je parle. Je compte aujourd'hui en poursuivre l'étude; mais je crois devoir publier, en attendant, les résultats qui me paraissent acquis. Ces résultats sont, en général, conformes aux faits

---

(1) *Annales de Poggendorf*, t. LXXXII, p. 136.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 55.

(3) *On the development and appropriation of heat in iron blast furnaces*, etc.

annoncés par M. Bell, et, s'il y a désaccord partiel sur quelques points, sous le rapport théorique surtout, il se pourrait que M. Bell, qui a dû continuer sans doute aussi ses recherches depuis notre isolement, fût parvenu de son côté à des appréciations un peu différentes de celles qu'il a publiées d'abord.

» Quoi qu'il en soit, voici d'abord le résumé des faits énoncés par M. Bell. En soumettant les minerais de fer à l'action des gaz des hauts fourneaux, vers la température de 3 à 400 degrés C., on les voit, non-seulement, au bout de quelques heures, se réduire partiellement, mais encore se couvrir de carbone floconneux, tomber en poussière et augmenter de volume. La proportion de carbone ainsi déposé peut aller jusqu'à 20 et même 25 pour 100 du poids du minerai. Le même effet est produit par l'oxyde de carbone pur à cette même température de 3 à 400 degrés, tandis qu'en opérant la réduction à la chaleur rouge, il n'y aurait jamais de carbone déposé, ni avec l'oxyde de carbone pur, ni avec les gaz des hauts fourneaux. M. Bell a cherché à expliquer ce singulier phénomène; mais il semblait hésiter entre plusieurs théories. Voici l'explication qu'il paraissait admettre, lors de la dernière communication privée que je reçus de lui, le 13 juin 1870 :

« L'oxyde de fer se trouverait ramené par l'oxyde de carbone à un degré inférieur, tel que $Fe^x O^y$; puis celui-ci se réoxyderait de nouveau aux dépens de l'oxyde de carbone, en isolant le carbone floconneux. Le fer métallique produirait d'ailleurs le même effet, mais ne serait pas indispensable. »

» Les expériences, destinées à étudier les faits que je viens de signaler, sont nombreuses. J'ai soumis successivement à l'action de l'oxyde de carbone pur, ou mélangé d'azote et d'acide carbonique, divers minerais de fer et du fil de fer de carde d'une très-grande pureté. J'ai analysé les produits obtenus, et étudié les circonstances qui favorisent ou contrarient le depôt de carbone.

» Le détail de ces expériences et la disposition des appareils employés sont relatés dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. Je dois me borner ici à reproduire les conclusions auxquelles j'ai été conduit.

» *Résumé et conclusions.* — 1° En faisant passer de l'oxyde de carbone sur du minerai de fer porté à la température de 3 à 400 degrés, l'oxyde de fer est progressivement réduit, à partir de la surface extérieure de chaque fragment. Or, dès qu'une portion quelconque de la croûte externe de ces morceaux se trouve ainsi amenée à l'état *métallique,* le minerai se fissure

dans tous les sens, foisonne beaucoup et se couvre de carbone pulvérulent. Cette réaction se produit, quel que soit le mode de préparation de l'oxyde de carbone.

» 2° A mesure que la réduction approche de son terme, le dépôt charbonneux devient moins abondant; il cesserait même très-probablement de se produire à partir du moment où l'oxyde de fer serait complétement réduit, si du moins cette réduction absolue pouvait se réaliser dans les conditions de nos expériences. En tout cas, il faudrait pour cela un temps fort long.

» 3° En faisant passer de l'oxyde de carbone sur du fer métallique, à la température de 3 à 400 degrés, on voit ce fer se couvrir également de carbone pulvérulent, dès que l'action réductrice de l'oxyde de carbone se trouve *partiellement tempérée*, soit par la présence d'une faible proportion d'acide carbonique, soit par celle d'une source quelconque d'oxygène, pouvant transformer en acide carbonique une minime partie de l'oxyde de carbone lui-même.

» 4° Par contre, l'oxyde de carbone pur et sec abandonnera au fer métallique d'autant moins de carbone que le fer sera plus complétement exempt de tout mélange d'oxyde, en sorte que la réaction serait probablement nulle, vers 3 à 400 degrés, si l'expérience pouvait être faite sur du fer *absolument privé de tout mélange d'oxyde*.

» 5° Le carbone pulvérulent qui se dépose, soit sur les minerais au moment de leur réduction, soit sur le fer métallique lorsque l'oxyde de carbone agit de concert avec une faible dose d'acide carbonique, est une sorte de *carbone ferreux*, un véritable composé de carbone et de fer, tenant au maximum 5 à 7 pour 100 de fer métallique, et ce dépôt a plutôt les caractères du graphite amorphe que ceux du carbone chimiquement dissous dans l'acier ou la fonte, de sorte qu'on pourrait l'assimiler à certains graphites naturels ou artificiels, dans lesquels on a signalé, dès longtemps, la présence du fer. Enfin, ce carbone ferreux renferme toujours aussi une faible dose de fer oxydé, en majeure partie magnétique, dont le rôle semble essentiel dans la réaction qui provoque le dépôt de ce carbone.

» 6° L'acide carbonique agit toujours sur le fer comme oxydant. A la température de 3 à 400 degrés, l'action est peu intense. Il ne se produit qu'une faible dose, en proportions variées, de peroxyde, oxyde magnétique et protoxyde de fer, et ces oxydes ne sont jamais accompagnés d'un dépôt de carbone.

» 7° La formation de carbone ferreux est le résultat d'une sorte de

dédoublement de l'oxyde de carbone; 2CO se transforment, en dernière analyse, en $CO^2 + C$; mais cette réaction ne se produit jamais directement. Il faut, pour qu'elle se manifeste, la présence simultanée du fer métallique et du protoxyde de fer : le fer pour fixer le carbone, le protoxyde pour retenir momentanément l'oxygène. Mais cette réoxydation *passagère* du protoxyde, qui s'oppose par cela même à sa réduction finale, ne peut se produire que si l'action réductrice de l'oxyde de carbone est partiellement tempérée par l'acide carbonique. C'est, je le répète, la condition *sine quâ non* du dépôt de carbone. Cette double réaction se trouve exprimée par les formules suivantes : on a d'abord

$$3FeO + CO = Fe^3O^4 + C,$$

ce carbone étant uni au fer réduit; on a ensuite

$$Fe^3O^4 + CO = 3FeO + CO^2,$$

et ainsi de suite indéfiniment, pourvu que l'oxyde de carbone soit toujours *tempéré*, dans son action réductive, par une certaine dose d'acide carbonique.

» En un mot, l'oxyde de carbone *pur* n'est pas dédoublé par le fer absolument privé de tout élément oxydé. De même, l'acide carbonique, s'il agit *seul* sur le fer, ne fournit pas davantage du carbone ferreux. Tandis que les deux gaz *réunis*, pourvu que l'oxyde de carbone soit en excès, produisent en abondance du carbone ferreux, par leur action simultanée sur le fer métallique, lorsque la température se maintient entre 3 à 400 degrés centigrades.

» 8° Le fer spathique, ou le protoxyde de fer, est rapidement transformé en oxyde magnétique sous l'action de l'acide carbonique, et cela sans aucun dépôt de carbone, tandis que l'oxyde de carbone, dans les mêmes circonstances, dépose promptement beaucoup de carbone ferreux.

» 9° Si, dans les expériences qui donnent du carbone ferreux, on élève la température jusqu'au rouge vif, le dépôt de carbone cessera aussitôt; bien plus, le carbone antérieurement déposé sera de nouveau brûlé, si du moins il se trouve encore en présence d'une proportion d'oxyde de fer non réduit. Sous ce rapport, les réactions sont tout autres à la température de 3 à 400 degrés et au rouge vif.

» 10° Au point de vue de la théorie des hauts fourneaux, il est à remarquer que le carbone doit se déposer sur le minerai dans la partie *supérieure* des fourneaux, et que ce carbone pulvérulent, par son mélange intime avec l'oxyde de fer, doit faciliter, dans les régions *moyennes* des

fourneaux, la réduction ultérieure du minerai et celle de l'acide carbonique. En tous cas, par cette réaction, le carbone déposé sera de nouveau brûlé avant de parvenir à la zone de fusion.

« 11° Enfin, au point de vue de la formation du graphite naturel, on pourrait se demander si certains *graphites ferreux* ne proviendraient pas de la réaction que l'oxyde de carbone, émanant du noyau central, a pu exercer sur l'oxyde de fer lors de son trajet au travers des fissures de la croûte solide du globe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la théorie des deux soleils.* Mémoire de **M. Laterrade**, présenté par M. Delaunay. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Laugier, Delaunay, Daubrée.)

« L'une des époques les plus singulières et les moins bien expliquées de l'histoire géologique de notre globe est certainement l'époque glaciaire. Ce qui rend plus difficile encore d'admettre les explications qui en ont été données jusqu'ici, c'est que le refroidissement qui la caractérise n'a pas été local, mais général. On retrouve les preuves de son existence, aussi bien dans les îles de la Sonde que dans les Alpes, en Afrique qu'en Amérique. Bien plus, cette époque de refroidissement a été suivie d'une époque de réchauffement où la température a été notablement plus élevée que de nos jours. C'est ainsi qu'on a constaté, en France, que les lions, les hippopotames et les autres animaux des pays chauds ont succédé aux rennes et aux ours, pour céder plus tard la place à ceux des zones tempérées qu'on y voit aujourd'hui.

« Ces anomalies, qui étonnent le géologue, s'expliquent parfaitement bien par le passage de notre système solaire auprès d'une étoile qui, pendant un certain temps, a fait l'office d'un second soleil. La terre, avant son apparition, s'était refroidie progressivement, au point que les glaciers des Alpes et des Pyrénées avaient envahi la moitié de la France. L'apparition du second soleil, en faisant succéder une période de réchauffement à cette première période de refroidissement, est venue arracher notre globe, ou plutôt ses habitants, à une perte imminente. Sous son influence, les immenses glaciers qui le recouvraient déjà en grande partie se sont mis à fondre, ce qui explique les énormes crues qu'ont subies nos cours d'eau vers la fin de l'époque glaciaire, et dont l'existence a été, en particulier, si bien établie dans un récent et remarquable ouvrage sur la Seine et le bassin parisien, aux âges antéhistoriques, dû à M. Belgrand.

» Le second soleil se rapprochant de nous et la plus grande partie des glaciers étant fondue, la température, sous notre latitude, est devenue plus élevée qu'aujourd'hui. Nous avons eu surtout des hivers beaucoup plus doux, car l'action du second soleil était la même pendant toute l'année. C'est alors que les lions et les hippopotames ont vécu en France. L'existence de l'hippopotame, en particulier, comme le fait remarquer avec raison M. Belgrand, est incompatible avec celle de rivières gelant en hiver.

» Plus tard, le second soleil s'est éloigné de nous peu à peu, pour finir par se confondre avec la masse des étoiles. La terre est entrée dans une nouvelle période de refroidissement, qui dure encore de nos jours, en même temps que les climats, momentanément intervertis, redevenaient ce qu'ils sont aujourd'hui. C'est alors que les animaux des pays chauds ont dû céder la place, en France, à ceux des zones tempérées.

» Il est aisé de se rendre compte que le second soleil a dû échauffer une partie de la terre plus que l'autre. Pour qu'il en fût autrement, il aurait fallu que sa trajectoire coïncidât précisément avec le plan de l'équateur. Comme il est infiniment probable qu'il n'en a pas été ainsi, l'action du second soleil a dû être plus puissante sur une moitié de la terre que sur l'autre. Par conséquent, les glaciers ont dû y fondre davantage, et l'on devrait en retrouver des traces encore aujourd'hui, au moins dans les régions polaires. Or, c'est précisément ce qui a lieu. Les glaciers du pôle austral sont beaucoup plus puissants que ceux du pôle boréal. On trouve donc ainsi une nouvelle preuve à l'appui de l'existence du second soleil, une première donnée sur sa position, ainsi que l'explication d'un fait resté jusqu'ici inexpliqué.

» On peut se demander, toutefois, si le voisinage momentané d'un astre capable, par son action calorifique, de produire les effets que nous venons d'indiquer n'aurait pas dû produire, en même temps, des perturbations considérables dans les mouvements des planètes. Il n'a pas dû en être ainsi, car le second soleil a dû être un astre plus puissant que notre soleil principal, mais beaucoup plus éloigné de nous. Or, tandis que l'attraction exercée par un astre est proportionnelle à la masse, il en est tout autrement de son pouvoir calorifique. Ce dernier, sans être uniquement fonction de la masse, comme l'attraction, est, en outre, beaucoup plus que proportionnel à la masse. C'est ainsi que les satellites de Jupiter, qui reçoivent de cette planète une attraction prépondérante sur celle du soleil, n'en reçoivent cependant qu'une action calorifique à peu près nulle, tandis que celle que

le soleil exerce sur eux est considérable. Comme les faits qui se sont passés à la suite de l'époque glaciaire tendent à faire voir que l'action calorifique du second soleil, tout en étant très-appréciable, a été cependant notablement inférieure à celle du soleil principal, on conçoit fort bien que cet astre, tout en produisant les effets que nous avons indiqués, ait pu passer à une assez grande distance de notre système solaire pour n'exercer que de légères perturbations sur les astres dont il se compose. »

M. **Bergeret** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Cryptogamie réno-vésicale et conditions physico-chimiques de la végétation des Cryptogames vivant sur et dans les animaux, ou sur les végétaux ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° Cinq brochures de *M. Kœppelin*, relatives à diverses questions industrielles, telles que la fabrication des papiers peints, la lithographie, le blanchiment et la teinture des tissus.

2° Un numéro du *Bulletin météorologique de l'Observatoire de Palerme*, contenant un article sur les protubérances solaires; cet article est accompagné de figures qui paraisseut dignes de fixer l'attention des astronomes.

« M. **Élie de Beaumont** présente, de la part de MM. Delesse et de Lapparent, le tome VII de la *Revue de Géologie*. Comme les années précédentes, cet ouvrage donne un résumé des principaux travaux géologiques qui sont publiés tant en France qu'à l'étranger. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le mouvement permanent varié de l'eau dans les tuyaux de conduite et dans les canaux découverts.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article du 29 août 1870 (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 389), j'ai déduit de considérations théoriques les principales lois expérimentales connues de l'écoulement uniforme de l'eau dans des tuyaux et dans des canaux à section rectangulaire très-large ou circulaire. Les formules contiennent deux coefficients A, B dépendants des rugosités de la paroi, peut-être aussi

(quoique sans doute peu) de la forme de la section, et assez lentement variables avec le rayon moyen (h ou 0,5 R), que j'appellerai R_1. Je supposerai A, B proportionnels à une même fonction φ de R_1 : Darcy et M. Bazin mettent cette fonction sous la forme binôme $\alpha + \beta R_1^{-1}$; mais, d'après MM. de Saint-Venant et Gauckler, qui ont discuté avec soin les expériences des précédents auteurs, on pourrait prendre simplement $\varphi(R_1) = R_1^{-n}$, n étant un petit nombre constant pour toutes les expériences d'une même espèce, et tel que 0,2 ou 0,3. J'ai supposé, dans le même article, la vitesse à la paroi, u_0, assez grande, pour que la partie constante (indépendante de u_0) du frottement exercé sur chaque molécule qui y glisse soit négligeable devant la partie de ce frottement qui est de la forme Bu_0 : or il en est autrement dans les rivières à très-faible pente, et il convient alors d'ajouter à $\rho g B u_0^2$, pour exprimer le frottement par unité de surface de la paroi, un terme linéaire en u_0, ou bien, afin de conserver la forme monôme, de remplacer u_0^2 par u_0^m, m désignant un exposant constant, qu'on choisira entre 2 et 1, d'après la catégorie des faits à expliquer. Je ferai généralement, φ et ψ désignant deux fonctions, $A = A'\varphi(R_1)$, $B = B'\varphi(R_1)\psi(u_0)$; ce qui changera les deux principales formules (4) de l'article cité, si l'on désigne, suivant l'usage, par $\sin i$ la pente du fond, en celles-ci :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{u}{u_0} = 1 + \frac{B'\psi(u_0)}{2A'}\left(1 - \frac{z^2}{h^2}\right), \quad \frac{u}{u_0} = 1 + \frac{2B\psi(u_0)}{3A'}\left(1 - \frac{r^3}{R^3}\right);\\ &\text{avec}\quad \psi(u_0)\,.\,u_0^2 = \frac{R_1 \sin i}{B'\varphi(R_1)}.\end{aligned}\right.$$

» Pour $\psi(u_0) = 1$, et dans l'hypothèse que la nature des parois soit telle qu'on puisse adopter sensiblement, pour le canal rectangulaire, la formule connue de Tadini ($h \sin i = 0{,}0004\,U^2$), on a

$$\varphi(R_1) = 1, \quad A' = 0{,}00064, \quad B' = 0{,}00081 :$$

cela résulte de la première (1), comparée à celle de Tadini, et aussi des expériences de M. Bazin sur les vitesses dans les canaux demi-circulaires et de Darcy sur celles qui se produisent au centre des sections des tuyaux et aux deux tiers de leurs rayons, expériences qui conduisent à prendre 21 pour le rapport de $\sqrt{2B'}$ à $3A'$. Avec ces valeurs de A', B', et toujours en faisant $\psi(u_0) = 1$, $\varphi(R_1) = 1$, la seconde (1) donne, pour un tuyau circulaire,

$$R_1 \sin i = 0{,}00036\,U^2,$$

formule à fort peu près d'accord, dans des limites étendues, avec celles de

Dupuit, de Prony et de d'Aubuisson. Enfin, pour $\psi(u_0) = 1$, et quel que soit $\varphi(R_1)$, si ε_1 désigne le carré du rapport de $B'\sqrt{5}$ à $15A' + 5B'$, ε le carré du rapport de B' à $5A' + 2B'$, la moyenne des valeurs de u^2 dans toute l'étendue d'une section sera, d'après (1), $(1 + \varepsilon_1)U^2$ pour les canaux rectangulaires, et $(1 + \varepsilon)U^2$ pour les tuyaux circulaires. (Avec les valeurs précédentes de A', B', $\varepsilon_1 = 0{,}0176$, $\varepsilon = 0{,}0283$).

» Je me propose aujourd'hui : 1° d'étendre les relations (1) au cas d'un tuyau rectiligne dont les diverses sections normales, toutes égales, ne supportent pas les mêmes pressions, comme il arrive pour une conduite qui relie les fonds de deux bassins où l'eau n'a pas la même profondeur; 2° d'établir, dans deux cas principaux, l'équation du mouvement permanent varié, en tenant compte du travail des frottements intérieurs du fluide et de l'influence du non-parallélisme des filets sur la distribution des vitesses.

» Lorsque, dans un tuyau, que je supposerai toujours à section rectangulaire, de base horizontale très-grande a et de hauteur $2h$, ou circulaire de rayon R, la pression normale exercée sur les sections varie d'une section à l'autre, il y a lieu de considérer, non-seulement l'action tangentielle moyenne appliquée à la surface de séparation de deux couches liquides qui glissent l'une sur l'autre, mais encore les valeurs moyennes locales N_1, N_2, N_3; T_1, T_2, T_3 (notations de Lamé) des actions exercées, suivant les trois axes, sur l'unité de surface des éléments plans qui leur sont menés perpendiculaires par tout point (x, y, z). L'axe du tuyau sera toujours pris pour celui des x, le diamètre horizontal d'une section pour celui des y, une normale au plan des xy, dirigée en bas, pour axe des z. A cause de la parité de distribution des tourbillons et du mouvement général, de part et d'autre du plan des xy dans le tuyau rectangulaire, et autour de l'axe des x dans le tuyau circulaire, il suffira d'étudier ces forces aux points situés sur l'axe des z, pour voir comment elles dépendent de la manière dont varient les vitesses moyennes locales autour de chaque point, et sont des fonctions (que nous supposerons linéaires) de la dérivée de u en z ou en r. Il résulte de la même parité et de la symétrie qui a lieu par rapport au plan des zx, qu'on pourra, sans modifier les expressions des N, T en fonction de cette dérivée, changer le sens de l'axe des z (ce qui transforme z, T_1, T_2 en $-z$, $-T_1$, $-T_2$, et ne fait varier, ni u, ni T_3, ni les N), et celui de l'axe des y (ce qui change de même T_3, T_1 en $-T_3$, $-T_1$, et ne fait varier, ni u, ni z, ni T_2, ni les N) : par suite, sur tout l'axe des z, $T_3 = T_1 = 0$, T_2 est une fonction linéaire, appelée F dans l'article cité, de la dérivée première

de u en z ou en r; les N ne dépendent pas de cette dérivée, et ne sont autres que la pression hydrostatique p en (x, y, z), changée de signe, car ils ont les mêmes valeurs que si le mouvement tourbillonnaire, très-peu influent sur cette pression, y existait seul. Les trois formules usuelles de l'équilibre du tétraèdre de Cauchy montrent ensuite que l'action moyenne locale exercée sur tout élément plan parallèle aux x se réduit, par unité de surface, à une traction tangentielle dirigée suivant les x, et à une autre normale, valant $-p$ ou N_1, que deux des trois équations connues du mouvement d'un volume élémentaire donnent, aux divers points d'une section, égale à sa valeur $-p'$, pour $y = z = 0$, diminuée du produit de $z \cos i$ par le poids ρg de l'unité de volume du liquide. La troisième de ces équations, combinée avec la condition spéciale à la paroi, fournit enfin les mêmes relations (1), et par suite les mêmes expressions de la vitesse moyenne U et de la dépense Q, que pour p' constant, à cela près que $\sin i$ doit y être diminué du quotient par ρg de la dérivée de p' en x. La formule de U, dans laquelle on remplacera U par sa valeur tirée de $Q = 2haU$ ou $\pi R_2 U$, pourra être appliquée aux tuyaux dont la section n'est pas constante, ni l'axe rectiligne, si les variations de la section sont assez lentes et la courbure de l'axe assez faible pour que le régime uniforme soit presque établi en chaque point. Cette formule, résolue par rapport à la dérivée de p' en x, et multipliée par dx ou plutôt par un élément ds de l'axe du tuyau, sera intégrable le long de cet axe et donnera Q et p' en fonction des deux pressions exercées à une petite distance en aval de l'entrée, et à la sortie.

» Supposons maintenant que le mouvement, toujours permanent, ne soit pas tout à fait rectiligne, mais diffère peu de l'être sur une grande longueur, de manière que les composantes u, v, w des vitesses moyennes locales, et aussi la moyenne U des valeurs de u, sur toute l'étendue d'une section, varient lentement avec x. Je ferai, pour simplifier, $\psi(u_0) = 1$, et je me bornerai aux deux cas : 1° d'un canal découvert et droit à section rectangulaire, d'une largeur constante a, assez grande pour qu'on puisse la regarder comme indéfinie ; 2° d'un tuyau circulaire droit, plein de liquide, ayant son rayon R lentement croissant ou décroissant. Je prendrai pour axe des x, dans le second cas, l'axe même du tuyau, et, dans le premier, le profil en long de la surface libre qui s'établirait si, la dépense Q restant la même, le mouvement uniforme était substitué au mouvement varié : ce profil est à une distance constante H du fond.

» La vitesse en un point aura, outre sa composante u, parallèle aux x et

qui est fonction de x et de z ou r, une seconde composante, normale aux x, et égale, d'après la condition d'incompressibilité, à $\int_z^H \frac{du}{dx} dz$ ou à $-\frac{1}{r}\int_0^r r\frac{du}{dx} dr$. Cette autre composante est comparable à la dérivée première de u en x, et, si l'on convient de supprimer les termes très-petits par rapport à cette dérivée ou à l'accélération u' des molécules suivant les x, non-seulement les frottements, à cause de la petitesse de leurs coefficients, auront sensiblement, en chaque point d'une section, les mêmes expressions que dans le cas du régime uniforme, mais encore la dérivée en x de cette seconde composante, et, par suite, les accélérations v', w' suivant les y et les z, seront négligeables : en effet, cette dérivée est de l'ordre de la dérivée seconde de u en x, ou de la dérivée première de u' en x ; or u', étant supposé varier lentement avec x, est presque constant sur une longueur finie, c'est-à-dire très-grand par rapport à sa dérivée. Deux des trois équations de mouvement d'un élément de volume seront les mêmes que dans l'hypothèse du régime uniforme; elles donneront : 1° pour le canal découvert, en faisant abstraction de la pression atmosphérique qui s'exerce la même en tout sens, et appelant h la profondeur du fluide sur la section dont l'abscisse est x,

$$p = \rho g(z - \mathrm{H} + h)$$

(la pente de ce canal est supposée assez petite pour qu'on puisse faire $\cos i = 1$, $\sin i = i$); 2° pour le tuyau,

$$p = p' + \rho g z \cos i.$$

La troisième des mêmes équations, d'après les formules (2) de l'article cité plus haut, et si l'on appelle u_0 la vitesse à la paroi, U' la moyenne des valeurs de u' sur toute une section normale aux x, h' la dérivée de h en x, devient aisément

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\text{soit}\quad \mathrm{A} h u_0 \frac{d^2 u}{dz^2} + \left(i - h' - \frac{\mathrm{U}'}{g}\right) = \frac{u' - \mathrm{U}'}{g}, \\ &\qquad \text{avec}\quad u' = u\frac{du}{dx} + \frac{du}{dz}\int_z^{\mathrm{H}} \frac{du}{dx} dz; \\ &\text{soit}\quad \frac{\mathrm{A}}{2}\mathrm{R}^2 u_0 \frac{d^2 u}{dr^2} + \left(\sin i - \frac{1}{\rho g}\frac{dp'}{dx} - \frac{\mathrm{U}'}{g}\right) r = \frac{u' - \mathrm{U}'}{g} r, \\ &\qquad \text{avec}\quad u' = u\frac{du}{dx} - \frac{1}{r}\frac{du}{dr}\int_0^r r\frac{du}{dx} dr. \text{ »} \end{aligned}\right.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les monochlorures des acides bibasiques.* Note de **M. L. Henry**. (Extrait.)

» Aux acides biatomiques et bibasiques $C^nH^m-(COHO)^2$ doivent, d'après la théorie, correspondre deux chlorures, dus au remplacement de *un seul* ou des *deux* hydroxyles (HO) à la fois, par Cl

$$C^nH^m<{COHO \atop COHO};\quad C^nH^m<{COCl \atop COHO};\quad C^nH^m<{COCl \atop COCl}.$$

» On connaît aujourd'hui divers *bichlorures* $C^nH^m<{COCl \atop COCl}$, notamment celui de *succinyle* $C^2H^4<{COCl \atop COCl}$; les *mono* ou *hydroxychlorures* $C^nH^m<{COCl \atop COHO}$ sont inconnus, et il n'y a guère d'espoir qu'on réussisse à les obtenir; car la même raison s'oppose à l'existence de ces produits et à celle des chlorures proprement dits $C^nH^mO<{Cl \atop HO}$ des acides biatomiques et monobasiques (*acides alcooliques*), tels que l'acide glycollique $C^2H^2O<{HO \atop HO}$ ou CH^2-HO-COHO, et l'acide lactique $C^3H^4O<{HO \atop HO}$ ou CH^3-CHHO-COHO; le côté *chlorure* COCl, réagissant sur le côté *acide* COHO ou le côté *alcool* CH^2HO, CHHO ou CHO de la molécule de ces corps à fonction double, c'est-à-dire Cl sur (HO) donne, à la suite d'une élimination d'acide HCl, un anhydride. On sait en effet que, dans les conditions où, avec les acides bibasiques, tels que l'acide succinique, on devrait obtenir leurs monochlorures $C^nH^m<{COCl \atop COHO}$, c'est-à-dire par la réaction d'une molécule de $PhCl^5$ sur une molécule d'acide, on obtient en réalité leurs anhydrides $C^nH^m-C^2O^2O$.

» Ces *hydroxychlorures* peuvent être remplacés dans la classification par leurs dérivés éthérés ou alcooliques; les chlorures d'acides ne réagissant pas sur les oxydes des radicaux d'alcools, rien ne s'oppose à la coexistence, dans une même molécule, du groupement *chlorure* COCl et des groupements éthérés $COC^nH^{2n+1}O$ ou $CHC^nH^{2n+1}O$, etc. J'ai déjà fait connaître incidemment (1) un produit de cette nature, le *chlorure d'éthyloxy-glycollyle* $C^2H^2O<{Cl \atop C^2H^5O}$ ou $COCl - CH^2C^2H^5O$. Je viens attirer aujourd'hui l'attention sur les dérivés analogues des acides bibasiques.

---

(1) *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*, t. II, p. 276.

» Ces *mono* ou *alcoo-oxychlorures* $C^n H^m < \begin{matrix} CO\,Cl \\ CO\,C^n H^{2n+1} O \end{matrix}$ résultent de l'action du pentachlorure $Ph\,Cl^5$, ou, ce qui est plus commode, de l'oxychlorure de phosphore $Ph\,O\,Cl^3$, sur les sels des éthers mono-alcooliques des acides bibasiques $C^n H^{2n} < \begin{matrix} CO\,RO \\ CO\,C^n H^{2n+1} O \end{matrix}$; c'est la réaction qu'a employée, pour la première fois, en 1852, Gerhardt (1), d'illustre mémoire, pour obtenir le chlorure d'acétyle; j'ai obtenu de cette façon le chlorure de l'acide oxalovinique $C^2 O^2 < \begin{matrix} Cl \\ C^2 H^5 O \end{matrix}$ et celui de l'acide succinovinique $C^2 H^4 < \begin{matrix} CO\,Cl \\ CO\,C^2 H^5 O \end{matrix}$; ce dernier s'obtiendra plus aisément, sans aucun doute, à l'aide du trichlorure de phosphore et de l'acide succinovinique lui-même; n'ayant pas eu jusqu'ici à ma disposition ce produit, dont la préparation est assez laborieuse, je n'ai pas encore pu réaliser cette réaction.

» Je me bornerai à décrire aujourd'hui le *chlorure d'oxalovinyle* ou chlorure d'*éthyloxy-oxalyle* $C^2 O^2 < \begin{matrix} Cl \\ C^2 H^5 O \end{matrix}$ ou $CO\,Cl - CO\,C^2 H^5 O$ (2).

» Ce produit s'obtient, ainsi que je l'ai dit plus haut, par la réaction de l'oxychlorure de phosphore sur l'oxalovinate de potassium bien sec. On place ce sel dans une cornue, en communication avec un réfrigérant; à l'aide d'un entonnoir à robinet, on y fait tomber l'oxychlorure par petites portions : il est bon d'en employer un excédant, à cause de l'oxalate qui peut renfermer l'oxalovinate; on remue de temps en temps la masse : la réaction est fort vive et accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable; le contenu de la cornue est tout à fait sec; celle-ci ayant été munie d'un thermomètre, on distille au bain d'huile; la plus grande partie du liquide passe de 125 à 140 degrés; vers la fin, le thermomètre monte au delà de ce point; cette distillation ne s'accomplit qu'alors que le bain d'huile a atteint une température beaucoup supérieure à celle que marque le thermomètre, dans l'intérieur de la cornue; la quantité du produit liquide qui imprègne le phosphate potassique est, en effet, relativement minime par

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 755.

(2) L'existence de ce produit m'encourage à espérer qu'il me sera possible d'obtenir le *chlorure d'oxalyle* $C^2 O^2 \text{-} Cl^2$ et le *chlorure de formyle* $CH\,O\text{-}Cl$. Les expériences que j'ai faites avec M. Daniel Henninger m'autorisent à admettre l'existence de ce dernier corps; c'est un liquide fort volatil, et fort instable, se dédoublant aisément en CO et H CL, ainsi qu'il était à prévoir.

rapport à la masse de ce sel. Quelques rectifications amènent le produit à un état de pureté suffisant.

» Cette opération ne présente, comme on le voit, aucune difficulté; la seule est la préparation de l'oxalovinate de potassium. Ce sel résulte, comme l'on sait, de l'action de la potasse caustique en solution alcoolique sur l'oxalate diéthylique; or le rendement de cette réaction en oxalovinate est faible; j'espère arriver à un procédé de préparation des oxalovinates plus avantageux que le procédé actuellement en usage.

» Le chlorure d'*éthyloxy-oxalyle* présente les propriétés ordinaires des chlorures acides. C'est un liquide incolore, mobile, limpide, d'une odeur forte, suffocante, fumant à l'air ordinaire. Sa densité à 16 degrés est égale à 1,216. Il bout, sous la pression ordinaire, vers 140 degrés : c'est à peu près le point d'ébullition que la théorie, se fondant sur l'analogie, assigne à ce corps. Entre ce produit et l'éther chloroxycarbonique $CO<{Cl \atop C^2H^5O}$, il existe la même différence de composition qu'entre l'oxalate et le carbonate d'éthyle $CO<{C^2H^5O \atop C^2H^5O}$; aussi les relations de volatilité entre ces produits correspondants sont-elles approximativement les mêmes :

	Ébull.		Ébull.
$CO<{C^2H^5O \atop C^2H^5O}$	125°,	$CO<{Cl \atop C^2H^5O}$	94°,
$C^2O^2<{C^2H^5O \atop C^2H^5O}$	180°,	$C^2O^2<{Cl \atop C^2H^5O}$	vers 140°.
Différence....	55°.	Différence....	46°.

» Ce chlorure donne des fumées assez intenses à l'air ordinaire, au contact duquel il se transforme, avec le temps, en une masse solide, cristalline, d'acide oxalique libre.

» Il tombe au fond de l'eau, au milieu de laquelle il disparaît après quelques instants, en se décomposant.

Il réagit vivement sur l'alcool, en donnant de l'oxalate diéthylique. Sa réaction sur l'ammoniaque et les amines est très-énergique; avec l'ammoniaque en solution alcoolique, il donne de l'oxamate d'éthyle $C^2O^2<{H^2Az \atop C^6H^5O}$; avec l'aniline, on obtient le produit phénilique correspondant $C^2O^2<{C^6H^5HAz \atop C^2H^5O}$, corps solide cristallin, sur lequel je reviendrai plus tard.

» Je me suis restreint, dans l'analyse de ce produit, au dosage du chlore; celui-ci a été précipité à l'état de chlorure, en versant simplement le corps

dans une solution d'azotate d'argent fortement acidulée par de l'acide azotique, pour dissoudre l'oxalate d'argent. Voici les résultats obtenus :

I. $0^{gr},3420$ d'une portion qui avait bouilli de 135 à 140 degrés environ (1) ont fourni $0^{gr},3580$ de chlorure d'argent et $0^{gr},0010$ d'argent, soit $0^{gr},08892$ de chlore.

II. $0^{gr},4566$ d'un autre échantillon analogue ont donné $0^{gr},4605$ de chlorure d'argent et $0^{gr},0071$ d'argent, soit $0^{gr},116284$ de chlore.

III. $0^{gr},3300$ d'un troisième échantillon ont fourni $0^{gr},3448$ de chlorure d'argent et $0^{gr},0055$ d'argent, soit $0^{gr},0871067$ de chlore.

» Ces chiffres répondent à la composition centésimale suivante :

$C^2O^2 < {Cl \atop C^2H^5O}$.		Calculé.	Trouvé. I.	II.	III.
C^4......	48,0	»	»	»	»
H^5......	5,0	»	»	»	»
O^3......	48,0	»	»	»	»
Cl......	35,5	26,00	25,96	25,50	26,39
	136,5				

» J'ai déterminé la densité de vapeur de ce produit, à la température d'ébullition de l'aniline, à 185 degrés, à l'aide de l'excellent appareil de M. Hoffmann. J'ai trouvé 4,68 par rapport à l'air; la densité théorique est 4,71.

» Le chlorure d'oxalorinyle et les produits analogues me paraissent offrir de l'intérêt sous un point de vue autre et encore plus important que celui de la classification, dans laquelle ils comblent une lacune. J'ai la confiance que ces corps pourront être exploités avantageusement au profit de la synthèse. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la préparation industrielle et les propriétés de la nitroglycérine; par* **M. P. Champion.** (Extrait.)

« M. H. Pellet, notre collaborateur, avait remarqué, à plusieurs reprises, que, contrairement à l'opinion répandue à ce sujet, il suffit du contact de

(1) Les portions qui passent avant 135 degrés, de 130 à 135 degrés, renferment un peu d'oxychlorure de phosphore; on y a trouvé 30,9 et une autre fois 30,5 pour 100 d'argent. Ces diverses analyses ont été faites par mon préparateur, M. Daniel Henninger.

Il n'est pas inutile de rappeler ici quelques données numériques concernant l'oxychlorure de phosphore, afin de bien marquer la différence de ce corps avec celui que je viens de décrire.

L'oxychlorure $POCl^3$ bout à 110 degrés; à +16, son poids spécifique est égal à 1,6513; la densité théorique de sa vapeur est 5,304. Il renferme 69,35 pour 100 de chlore.

quelques secondes entre le coton et le mélange des acides azotique et sulfurique pour obtenir du pyroxyle. Il pensa qu'il en serait de même de la nitroglycérine : c'est, en effet, ce que prouve l'expérience. Partant de ce principe, nous essayâmes des appareils continus, tels que des serpentins, dans lesquels la glycérine et les acides s'écoulaient par des orifices réglés; mais le mélange était difficile à effectuer, à cause de la différence de densité des corps en contact. Le résultat ne fut pas sensiblement meilleur en employant une série d'entonnoirs disposés les uns au-dessus des autres, de telle sorte que la chute du liquide produisît un mélange aussi intime que possible.

» Mais si l'on verse brusquement dans le mélange acide la quantité de glycérine nécessaire à une opération, et si l'on agite avec une baguette de verre, pendant dix secondes environ, la température n'a pas le temps de s'élever : le mélange, déversé immédiatement dans une grande quantité d'eau (quinze à vingt fois le volume des acides), laisse précipiter la nitroglycérine : le rendement est maximum. C'est sur ce principe qu'est fondée la fabrication industrielle de ce composé en Allemagne.

» Dans l'expérience qui précède, si l'on agit sur de petites quantités, la viscosité de la glycérine ne permet pas d'en introduire brusquement dans le liquide une proportion déterminée à l'avance. Il est préférable d'employer le procédé suivant : on introduit dans un verre à expériences 100 grammes de mélange froid des acides, puis on verse lentement, sur la paroi intérieure, la quantité de glycérine correspondante (ainsi que nous le dirons plus bas). Au moyen de tares, on peut apprécier exactement le poids de glycérine employée. Celle-ci se répand à la surface du liquide, et le tout peut rester dans cet état pendant plusieurs heures, sans qu'aucune réaction réciproque se manifeste. Dès qu'on agite rapidement le mélange, la réaction a lieu; sa durée doit être limitée, et le reste de l'opération se fait comme nous l'avons indiqué.

» Les proportions que nous avons admises pour la fabrication industrielle sont les suivantes :

Glycérine à 31 degrés..............	380gr
Acide azotique fumant à 50 degrés....	1000
Acide sulfurique..................	2000

Le rendement en nitroglycérine est de 760 grammes, soit 200 pour 100 de glycérine (1).

(1) M. Berthelot avait déjà conseillé, pour élever le rendement, d'augmenter notablement la quantité d'acide azotique (*Comptes rendus*, t. LXXI, n° 20).

» Au sujet de ce qui précède, nous devons faire plusieurs remarques : 1° les proportions en plus ou en moins d'acide sulfurique diminuent le rendement; 2° des quantités d'acide azotique inférieures à celles que nous avons indiquées provoquent aussi un rendement moindre, bien qu'il résulte du calcul théorique que, dans les nombres que nous indiquons, 36,8 pour 100 du poids de l'acide n'intervient pas effectivement dans la constitution de la nitroglycérine; 3° nous n'avons pas constaté la présence de l'acide oxalique dans le mélange. En employant un excès de glycérine, soit 500 grammes, et en déduisant de la quantité de nitroglycérine produite la proportion de glycérine correspondante, on retrouve sensiblement le nombre auquel nous nous sommes arrêtés par l'étude de l'élévation de la température à chaque addition. Ce procédé ne présente aucun danger. Si l'on prolongeait l'agitation des liquides, l'apparition des vapeurs d'acide hypoazotique préviendrait l'opérateur. En résumé, l'appareil nécessaire à une grande production se composerait d'un récipient mobile autour d'un axe horizontal, dans lequel on obtiendrait l'agitation du liquide au moyen d'air insufflé : à la partie supérieure, serait un vase destiné à contenir la glycérine, et pouvant la déverser brusquement; au-dessous de l'appareil, un récipient plein d'eau en mouvement recevrait le mélange acide, une fois l'opération terminée. Si l'on n'agitait pas l'eau, il serait à craindre que la haute température produite par l'introduction rapide de l'acide sulfurique ne pût amener des accidents.

» *Préparation de l'acide azotique et de la glycérine.* — L'acide azotique fumant du commerce marque généralement 48 degrés et est coloré en jaune : pour l'obtenir à 50 degrés, il est nécessaire de l'additionner de son poids d'acide sulfurique et de ne recueillir que la première moitié du produit de la distillation. On enlève l'acide hypoazotique qu'il renferme et qui peut être cause d'accidents, par une seconde distillation avec le bioxyde de manganèse, ou mieux en faisant traverser le liquide maintenu à 70 degrés par un courant d'air ou d'acide carbonique.

» La glycérine se rencontre dans le commerce à 28 degrés; il est inutile de l'amener à une concentration supérieure.

» Si l'évaporation est rapide, la glycérine brunit; en la chauffant avec précaution au bain d'huile, nous avons reconnu qu'une température de 135 degrés, maintenue pendant plusieurs heures, suffisait pour chasser l'eau sans altérer le produit. Le produit devient légèrement ambré et perd 6 pour 100 de son poids.

» La nitroglycérine obtenue comme nous l'avons dit plus haut se pré-

sente sous la forme d'un liquide oléagineux, blanchâtre et très-acide; pour l'employer à la fabrication de la dynamite, on doit la saturer et la déshydrater complétement : on l'agite d'abord avec un excès d'eau, et on termine l'opération au moyen de bicarbonate de soude ou de carbonate de chaux, la nitroglycérine cédant difficilement à l'eau les dernières traces d'acide qu'elle renferme. On peut la dessécher à l'aide du chlorure de calcium cristallisé (le chlorure fondu ayant pour inconvénient d'altérer le produit par son alcalinité et de dégager du chlore, cette réaction n'a lieu cependant qu'après trente heures de contact).

» On peut encore, dans les laboratoires, dessécher dans le vide, au-dessus de l'acide sulfurique. Du reste, la nitroglycérine, abandonnée à elle-même pendant plusieurs semaines, devient limpide, l'eau se séparant et remontant à la surface. Industriellement on la chauffe dans une étuve à eau, à une température de 30 à 40 degrés. Outre que la présence de l'eau diminue la facilité à l'explosion, les excipients tels que la silice, destinés à la transformation en dynamite, perdent une partie notable de leur coefficient d'absorption en présence de l'eau que renferme la nitroglycérine.

» *Propriétés de la nitroglycérine.* — La nitroglycérine pure est un liquide huileux, inodore, incolore, d'une saveur d'abord douceâtre, puis légèrement brûlante; sa densité est de 1,60. Sa fabrication et son maniement amènent de violentes céphalalgies, accompagnées de nausées. Ces phénomènes ne se produisent en général que plusieurs heures après. Au bout de quelques jours, l'organisme cesse d'être sensible à son action : 2 gouttes injectées sous l'épiderme d'un oiseau, ne donnèrent lieu à aucun phénomène immédiat; après six heures, l'animal fut pris d'étourdissements et mourut.

» La nitroglycérine est insoluble dans l'eau, soluble en toute proportion dans l'éther, l'alcool méthylique; sa solubilité, très-faible dans l'alcool ordinaire à froid, devient considérable à + 50 degrés. Elle est légèrement volatile, sans décomposition, au-dessous de 100 degrés; on peut s'en assurer en la maintenant pendant huit jours au bain-marie et en recouvrant d'un entonnoir le vase qui la renferme. La tension de sa vapeur dans le vide a été trouvée par M. Lorm, de 5 millimètres à 15 degrés, 27 millimètres à 87 degrés, et 30 millimètres à 100 degrés. Pure, elle ne se décompose pas spontanément. Soumise pendant plusieurs heures à un froid de — 15 degrés, elle s'épaissit sans se coaguler; au contraire, un froid de — 2 degrés, suffisamment prolongé, suffit pour la faire cristalliser. Le produit

obtenu avec la glycérine à 28 ou 32 degrés B., présente les mêmes propriétés et la même composition. La nitroglycérine est dissoute et décomposée à froid par l'acide azotique fumant, l'acide sulfurique à 66 degrés et le mélange des deux acides destiné à sa préparation, en excès (1). L'eau régale la dissout rapidement en l'altérant. L'acide azotique ordinaire, à la température de 50 degrés, produit le même effet. Abandonnée au contact d'une solution concentrée de soude, la liqueur se colore en jaune avec formation de nitrate. L'ébullition active cette action.

» Plusieurs auteurs ont annoncé que la nitroglycérine détonait à une température de 180 degrés. Nos premiers essais paraissant en contradiction avec ce nombre, nous avons construit un appareil dont l'idée est due à M. Leygue et que nous décrirons prochainement. Nous avons ainsi déterminé le tableau ci-joint, qui indique les diverses modifications subies par la nitroglycérine à différentes températures.

A 185	degrés,	ébullition, volatilisation avec dégagement de vapeurs jaunes.
194	»	volatilisation lente.
200	»	volatilisation rapide.
217	»	déflagration violente.
228	»	déflagration vive.
241	»	détonation difficile.
257	»	détonation très-nette et violente.
267	»	détonation plus faible.
287	»	détonation faible avec flamme.

» Au rouge sombre, la nitroglycérine prend l'état sphéroïdal et se volatilise sans détonation.

» La nitroglycérine détone violemment par le choc.

» L'électricité est sans action sur elle, ainsi que nous avons pu le vérifier dans de récentes expériences, faites à l'aide de la bobine et des batteries puissantes que M. Ruhmkorff, avec son obligeance accoutumée, a bien voulu mettre à notre disposition. »

CHIMIE. — *Sur l'iodochromate de potasse.* Note de M. **P. Guyot.**

« Lorsqu'on traite par le chromate de potasse l'acide iodhydrique incolore tel qu'on l'obtient par l'acide sulfhydrique, l'eau, l'iode et le sul-

(1) Ce fait peut servir à expliquer la différence entre le rendement théorique. qui est de 246, et le rendement industriel, qui ne dépasse guère 200 pour 100 de glycérine.

fure de carbone, on obtient un sel, lequel soumis à l'analyse donne en moyenne :

	Calculé. I.	Calculé. II.	Trouvé.
Iode...........	127	47.52	48.40
Chrome........	53,6	20.03	20.05
Oxygène.......	48	17.93	17.80
Potassium......	39	14.52	13.75
	267,6	100.00	100.00

ce qui lui assigne la formule $2(CrO^3)IK$, ou mieux encore, dans la nouvelle notation, $CrO^{2\prime\prime}\left\{\begin{matrix}OK\\I\end{matrix}\right.$. C'est donc de l'iodochromate de potasse.

» Ce sel est rouge grenat, susceptible de cristalliser : s'il renferme de l'iode en excès, il est coloré en brun; mais il passe peu à peu, par l'action de l'air, à sa véritable teinte. Il se décompose, en présence de l'eau, en acide iodhydrique et en bichromate de potasse :

$$2(CrO^3)IK + HO = IH + 2(CrO^3)KO.$$

» Chauffé, il perd considérablement de son poids et dégage de l'iode en abondance; si l'on porte à l'ébullition un mélange du nouveau sel et d'acide iodhydrique, il se dégage encore de l'iode, et il reste dans la capsule un mélange d'iodure de potassium et de sesqui-iodure de chrome :

$$2(CrO^3)IK + 6IH = 3I + IK + Cr^2I^3 + 6HO.$$

» Il n'est donc pas étonnant que, dans la préparation de l'iodochromate de potasse, on obtienne un produit brun, c'est-à-dire renfermant de l'iode en excès. Ce produit impur prend surtout naissance lorsqu'on opère en présence d'un excès d'acide iodhydrique.

» Pour obtenir l'iodochromate potassique bien cristallisé, on chauffe graduellement, dans une capsule de porcelaine, et sans porter à l'ébullition, le bichromate de potasse réduit en poudre et l'acide iodhydrique en solution saturée; puis on laisse refroidir lentement. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la xanthine et sa recherche dans les calculs vésicaux.* Note de **M. G. Lebon.**

« La xanthine ($C^{10}H^4Az^4O^4$) est une substance qui, au point de vue chimique, se trouve placée, comme on le sait, entre la sarcine ($C^{10}H^4Az^4O^2$) et l'acide urique ($C^{10}H^4Az^4O^6$).

» Elle n'a été rencontrée que très-rarement dans les calculs. Sur 600 con-

crétions analysées, on ne l'a trouvée qu'une fois. Elle existe normalement cependant, mais en proportion infinitésimale, dans l'urine et dans divers tissus de l'organisme.

» Les fragments de cette substance que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie proviennent d'un calcul que M. Cruveilher fils, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, m'a récemment prié d'analyser. Ce calcul se composait d'une couche superficielle, formée de phosphate de chaux mélangé de phosphate ammoniaco-magnésien, de 1 millimètre d'épaisseur seulement; d'une seconde couche, aussi mince que la précédente, composée d'oxalate de chaux; et enfin d'une dernière couche, constituant la masse du calcul, formée de xanthine associée à une petite proportion d'urate de chaux.

» Cette couche de xanthine est formée d'une masse amorphe de couleur brun cannelle, qui acquiert l'éclat de la cire quand on la frotte avec un corps dur. Il a été facile de constater sur elle tous les caractères de cette substance. Sa dissolution dans l'acide chlorhydrique a fourni, par évaporation lente, de magnifiques cristaux de chlorhydrate de xanthine en lames hexagonales.

» Le moyen généralement indiqué pour chercher la xanthine consiste à soumettre un fragment de la masse à analyser à l'action successive de l'acide nitrique et de l'ammoniaque. Si le calcul contient de l'acide urique, il se manifeste une belle couleur rouge, due à la formation de la murexide; s'il contient de la xanthine il se produit une coloration jaune.

» Ce caractère différentiel est excellent quand la xanthine est pure, mais quand elle est mélangée d'acide urique ou d'urates, substances qu'il est bien rare de ne pas rencontrer dans les calculs, il perd toute valeur. La coloration rouge due à la présence d'une proportion d'acide urique, même très-minime, masque complétement, en effet, la coloration jaune que produirait la xanthine. C'est peut-être même pour cette raison que la xanthine, substance relativement commune dans l'économie, n'a été que si rarement constatée dans les calculs.

» Le moyen que j'ai mis en usage pour séparer l'acide urique de la xanthine est fort simple : il est fondé sur la solubilité de la xanthine dans l'acide chlorhydrique, et sur l'insolubilité de l'acide urique dans le même liquide. Il suffit dès lors, pour obtenir la séparation des deux corps, de faire bouillir avec de l'acide chlorhydrique un fragment de calcul réduit en poudre, puis de filtrer le mélange. La partie insoluble se compose d'acide urique; la partie dissoute, de xanthine. On peut alors très-facilement constater la nature de ces deux substances, par leurs réactions. »

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur l'anémie des embryons.* Note de **M. C. Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les monstres produits artificiellement, dans l'espèce de la poule, par un changement dans les conditions physiques de l'incubation, périssent prématurément et avant l'éclosion. Les causes qui les font périr sont, le plus ordinairement, l'anémie et l'asphyxie.

» J'ai recueilli, dans mes expériences de l'année dernière, un grand nombre de faits concernant l'anémie embryonnaire, et je me suis assuré que cette maladie peut se présenter sous deux formes très-différentes, par leur caractère, leur mode de production et leur degré de gravité.

» L'anémie des embryons est essentiellement caractérisée, comme celle des adultes, par la diminution des globules du sang. Seulement, tandis que chez les animaux adultes cette diminution, ainsi que nous le savons par le célèbre travail de MM. Andral et Gavarret, ne peut dépasser certaines limites, elle atteint, chez l'embryon, des proportions vraiment incroyables.

» A défaut de l'analyse quantitative, qui n'est pas de mise dans un pareil sujet, l'observation simple nous apprend que le sang des embryons anémiques présente une couleur rouge moins intense que la couleur normale, et que même, dans certains cas extrêmes, il est complétement incolore. On croirait, au premier abord, que les globules font complétement défaut, si l'observation microscopique ne permettait d'en constater la présence dans ce sang aussi transparent que l'eau.

» Cet état pathologique si remarquable se produit de deux manières bien différentes : il résulte tantôt du défaut de production des globules, et tantôt d'un arrêt de développement de l'aire vasculaire, qui empêche la plus grande partie des globules de sortir des îles de Wolf, pour venir se mêler au plasma du sang. Il est fort remarquable que c'est dans le second cas, lorsque les globules, produits en quantité considérable, ne peuvent pénétrer dans le sang, que l'anémie a les conséquences les plus funestes. En effet, dans le premier cas, lorsque l'anémie résulte de la production insuffisante des globules, l'embryon se développe d'une manière normale; mais il périt de bonne heure, vers l'époque où l'activité physiologique de l'allantoïde commence à entrer en jeu. Dans le second cas, celui d'un arrêt de développement de l'aire vasculaire, les choses se passent tout autrement. Les îles de Wolf conservent, pour la plupart, leur état primitif de cavités parfaitement closes, et, par conséquent, complétement isolées les unes des

autres. Aussi, bien que les globules s'y produisent et s'y accumulent souvent en quantité considérable, ils y restent comme emprisonnés et ne peuvent pénétrer dans le sang. Quelques-unes seulement de ces îles de Wolf émettent les prolongements qui leur donnent l'aspect de cellules isolées, et qui viennent s'anastomoser les uns avec les autres; mais la canalisation de l'aire vasculaire qui en résulte reste toujours fort imparfaite. Les vaisseaux, en petit nombre, qui sont ainsi produits, restent le plus ordinairement à l'état de vaisseaux capillaires, et ne revêtent que très-rarement les caractères de vaisseaux artériels et veineux.

» Cette canalisation incomplète se produit principalement dans la partie du feuillet vasculaire qui avoisine immédiatement l'embryon et qui correspond à l'aire transparente : ce qui explique comment la circulation peut s'établir, avec un appareil circulatoire si incomplet.

» Le sang qui circule dans ces appareils circulatoires, ainsi frappés d'arrêt de développement, présente les mêmes caractères apparents que celui qui est plus ou moins complétement privé de globules par le défaut de leur production; mais il en diffère complétement par ses propriétés physiologiques. J'ai toujours constaté, dans ce cas, des phénomènes pathologiques très-graves, résultant d'hydropisies : ce sont l'hydropisie de l'amnios et du faux amnios; l'hydropisie des vésicules cérébrales et médullaires, point de départ de l'anencéphalie et des diverses fissures spinales, comme je l'ai indiqué dans un précédent Mémoire; enfin l'œdème des tissus, tantôt partiel, tantôt général, œdème qui donne à l'embryon une transparence complète et rend son étude anatomique fort difficile. On voit également alors se produire une dilatation énorme du cœur, qui, dans certains cas, devient aussi volumineux que l'embryon lui-même.

» Tous ces faits d'hydropisie se lient d'une manière bien évidente à l'anémie résultant de l'arrêt de développement de l'aire vasculaire. Ils font d'ailleurs penser aux hydropisies qui caractérisent la pourriture ou cachexie aqueuse des moutons, dans laquelle la diminution des globules du sang coexiste avec la diminution de l'albumine du plasma. En est-il de même pour le sang des embryons hydropiques, et l'albumine y fait-elle défaut aussi bien que les globules? Évidemment je ne puis que poser la question, car je ne vois pas la possibilité d'y répondre par l'analyse. Mais ce n'est pas, je pense, une hypothèse trop hasardée que d'admettre, dans les embryons hydropiques, une modification chimique du sang beaucoup plus considérable que celle qui résulte de la simple diminution des globules. Il va sans dire que cette seconde forme d'anémie est beaucoup plus

grave que la première, et que les embryons qu'elle atteint périssent beaucoup plus vite encore que ceux dont l'anémie résulte seulement de la production insuffisante des globules.

» L'anémie simple, celle qui résulte de la production insuffisante des globules, se produit presque constamment lorsque la porosité de la coquille est diminuée dans une proportion notable, en recouvrant, par exemple, d'une couche d'huile grasse la moitié ou les deux tiers de la coquille. Ce fait, qui résulte d'un très-grand nombre d'expériences, démontre que les globules qui sont les agents essentiels de la respiration doivent manifestement leur origine à l'action même de l'air qui concourt d'abord à la formation de ces organites, puis vient, à leur aide, se mettre en contact avec tout l'organisme. On voit encore cette espèce d'anémie se produire lorsque l'incubation se fait à une température relativement basse, de 30 à 35 degrés par exemple, ou bien lorsque l'œuf, n'étant en contact que par un de ces points avec la source de chaleur, a le reste de sa surface plongé dans un milieu dont la température est relativement basse.

» L'autre espèce d'anémie, celle qui résulte de l'arrêt de développement des îles de Wolf et de la canalisation imparfaite de l'aire vasculaire, se produit, au contraire, lorsque l'on fait couver des œufs à une température supérieure à celle de l'incubation normale, ou lorsque l'œuf, chauffé seulement par un point, a le reste de sa surface plongé dans un milieu dont la température est notablement élevée. Seulement, il faut ajouter que si, dans le premier cas, la diminution de la porosité de la coquille et l'abaissement de la température produisent presque toujours la première espèce d'anémie, la seconde espèce n'est pas nécessairement le résultat de l'action d'une température élevée. C'est une conséquence de ce fait, que j'ai déjà signalé, que les germes, pas plus que les adultes, ne sont identiques ni anatomiquement, ni physiologiquement. »

GÉOLOGIE. — *Sur la Clape (Aude), étudiée au point de vue stratigraphique.* Note de M. **Fr. Cayrol**, présentée par M. Milne Edwards.

« M. d'Archiac, en 1859, divisait le terrain crétacé inférieur de la Clape comme l'indique le tableau ci-dessous :

Terrain crétacé inférieur.	1er étage.			— Calcaires compactes à caprotines.
	2e étage.	Marnes et calcaires néocomiens.	1re assise.	— Calcaires jaunes marneux.
			2e »	— Calcaires gris schistoïdes.
			3e »	— Marnes grises schistoïdes.

» M. Coquand, en 1867, voyait en outre une deuxième masse de calcaires à *Requienia Lousdalii*, qu'il plaçait à la base des marnes et calcaires néocomiens de M. d'Archiac.

» Voici les couches qu'une étude approfondie de cette contrée m'a fait reconnaître :

			m
Gault ou crétacé sup^{r}.?	11.	Grés et sables ferrugineux jaunes ou rouges....	8,00
Sous-étage néocomien moyen (M. Hébert); urgonien (d'Orbigny).	10.	Calcaires en plaquettes à orbitolines	30,00
	9.	Argiles grises, avec lits de nodules et orbitolines.	30,00
	8.	Calcaires en plaquettes à orbitolines	40,00
	7.	Calcaire compacte à *Requienia Lousdalii*.......	50,00
	6.	Calcaire marneux jaune et lumachelle.........	7,00
	5.	Calcaires et marnes jaunes avec orbitolines.....	50,00
	4.	Argiles feuilletées, gris de cendre............	40,00
	3.	Calcaire marneux jaune à *Plicatula placunea*...	0,20
	2.	Argiles feuilletées, gris de cendre.............	10,00
	1.	Calcaire à *Ostrea aquila* et orbitolines.........	»

» Voici maintenant les explications que je crois pouvoir présenter à l'appui de ce tableau :

» 1° La couche la plus inférieure de la Clape n'est pas celle des marnes grises schistoïdes (3e assise de M. d'Archiac); car, dans la pente de Rasnade, au sud-est d'Armissan, cette couche est supportée par des calcaires jaunes marneux assez compactes, renfermant des *Ostrea aquila* et des orbitolines, *O. conoïdea*, *O. discoïdea*. La partie visible de cette couche a une dizaine de mètres de profondeur.

» 2° Ce n'est pas non plus le calcaire compacte à *Requienia Lousdalii* (masse inférieure de M. Coquand). Ces calcaires, en effet, bien qu'occupant des niveaux inférieurs aux calcaires compactes de Pech-Redon, de Plan-de-Roques, sont pourtant les mêmes, et cette position inférieure n'est que le résultat de failles nombreuses qui ont imprimé à cette région son relief actuel. On a prétendu que nulle part on ne voyait ces calcaires reposer sur la couche qui supporte sa masse supérieure; c'est tout le contraire qui a lieu; à Ricardelle, à Figuières, à Combelongue, et partout ailleurs, je les ai vus reposer sur les calcaires jaunes n° 6 de mon tableau. S'ils n'ont pas la même épaisseur sur les plateaux que dans les parties basses, il ne faut attribuer cette différence qu'à la dénudation. La roche est extrêmement corrodée et déchiquetée, à la surface, preuve de l'action d'un agent puissant et énergique, tel que la dénudation.

» 3° J'ai parlé de failles : c'est pour ne pas les avoir suffisamment observées que MM. d'Archiac et Coquand ont été induits en erreur. M. d'Ar-

chiac confond en une seule couche des assises qui sont complétement différentes. Il réunit, dans son assise des marnes grises schistoïdes, les couches qui dans mon tableau portent les n°s 2, 3, 4, 8, 9 et 10.

» Ma deuxième couche a échappé à tous mes prédécesseurs, elle est pourtant très-importante à noter, puisqu'elle renferme en abondance la *Plicatula placunea* caractéristique de l'aptien.

» Quant aux assises 8, 9 et 10, elles sont supérieures à la masse des calcaires à *Requienia Lousdalii* n° 7. On les voit en effet reposer, sur plusieurs points, en stratification concordante sur ces calcaires; par exemple : à l'est d'Armissan, sur une colline voisine de Gruissan, sur la colline qui domine l'étang de Pech-Maynau, sur la côte, entre les métairies des Abattuts-les-Bas et de Tintaine, et encore ailleurs. Ces couches supérieures buttent, en d'autres points, en faille contre les couches inférieures. Ainsi à Notre-Dame-des-Auzils, la couche n° 10 atteint près de 140 mètres d'altitu de, alorsque les calcaires compactes n° 7 atteignent 147 mètres; il y a là une faille de plus de 150 mètres.

» Dans les couches 2 et 4, les lits de nodules sont séparés par des intervalles de 1^{m},50, tandis que dans la couche n° 9, l'intervalle n'est que de 50 centimètres. En outre, les premières ne renferment que très-peu d'orbitolines; les couches 8, 9 et 10 en sont au contraire pétries. L'*Ostrea aquila* atteint des proportions beaucoup plus grandes dans ces dernières couches. Les calcaires à orbitolines en plaquettes ne se voient nulle part au-dessous de la couche n° 7, et enfin la couche à plicatules n'existe pas dans les couches 8, 9 et 10.

» 4° Un dépôt que personne n'a signalé jusqu'ici est une assise de grès et sables ferrugineux, jaunes ou rouges, qui repose sur le n° 10. Ce dépôt est visible, avec une épaisseur de 10 mètres, à l'OEil-Doux et à l'Oustalet, où il est exploité pour la fabrication de pierres à aiguiser. M. d'Archiac parle de grès tertiaires : je ne sais si c'est à ce dépôt qu'il fait allusion, mais celui que je signale est un dépôt secondaire; j'y ai trouvé des bélemnites que je n'ai pas pu déterminer sûrement, elles m'ont paru se rapprocher du *B. minimus,* qui en ferait du Gault. Dans tous les cas, c'est une assise supérieure à la deuxième zone d'orbitolines; la première zone comprend les n°s 1, 2, 3, 4, 5 et 6 de mon tableau.

» Au Rimet, M. Lory a signalé deux zones d'orbitalines, séparées aussi par une masse de calcaires à *Requienia Lousdalii;* là aussi la deuxième zone supporte immédiatement le Gault.

» 5° Une correction importante à faire sur la carte géologique des Cor-

bières, par M. d'Archiac, porte sur la partie nord de la Clape, qui est teintée avec la couleur de l'étage inférieur : toute cette partie est un vaste plateau formé uniquement par les calcaires à *Requienia Lousdalii*.

» J'ajouterai, en terminant cette Note, qu'un prochain voyage dans les Corbières me permettra, je l'espère, de donner un nom positif à la onzième couche de la Clape, que j'assimile avec doute à l'étage du Gault. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales des* 9, 18 *et* 23 *avril, vues en Italie.* Note du **P. Denza**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« *Aurore boréale du* 9 *avril* (1). — Une nouvelle et éclatante lumière aurorale a été observée à Moncalieri, Turin, Padoue, Trente, Alexandrie, Volpeglino, près de Tortona, à Plaisance, Gênes, Pérouse, les soirs des 9 et 10 de ce mois.

» Dès la soirée du 8, la région céleste du nord était éclairée par une lumière blanchâtre et vive, qui, s'élevant au-dessus de 30 degrés sur l'horizon, paraissait nous avertir de l'arrivée d'une aurore polaire. Le matin du 9, le ciel, chez nous, était couvert de cirrus et nuages *filiformes;* depuis midi jusqu'à $1^h 10^m$, nous avons observé dans cette station un halo solaire qui, blanchâtre d'abord, finit par présenter toutes les couleurs de l'iris.

» Plus tard, vers $5^h 30^m$ après midi, un orage, avec éclairs, tonnerre et pluie, traversa notre station pendant que le baromètre était continuellement en baisse, et le déclinomètre, à 3 heures après midi, tournait plus qu'à l'ordinaire vers l'est.

» Toutes ces circonstances me firent pressentir une aurore polaire pour le soir du 9; le fait confirma mes prévisions. En effet, le même soir, peu de temps après le coucher du soleil à Volpeglino, on a commencé à voir, vers le nord du ciel, une lumière diffuse et tremblante, d'une couleur blanc-azuré, qui était contenue dans un espace de 40 degrés de largeur à 30 degrés de hauteur. Vers les 8 heures, on eût dit que tout était terminé; mais, peu de temps après, le phénomène se montra avec plus de force qu'auparavant : ce fut alors qu'il commença à se montrer à Alexandrie, où, comme près de nous, le ciel avait été jusqu'à ce moment-là couvert de nuages.

» A Moncalieri, à cause de la position défavorable de notre station du

(1) Cette aurore boréale a été observée, à Angers, par M. A. Cheux. (*Voyez* la Note que j'ai présentée en son nom dans la séance du 19 juin.) Le moment de la plus grande intensité semble avoir peu différé dans les deux localités. (Ch. S.-C. D.)

côté du nord, à 3 heures du soir, on ne voyait encore rien; quelques minutes après, comme à Volpeglino, il commença à paraître une lumière d'une couleur rouge pâle, couvrant toute la constellation de Cassiopée, qui, à cette heure, était peu élevée sur l'horizon, et vers le nord-ouest du méridien astronomique. A Volpeglino et à Alexandrie, on vit de longues lignes lumineuses s'élever au-dessus de 45 degrés. A Moncalieri, on n'a pu rien constater, peut-être parce que le ciel était encore un peu troublé.

» Cependant l'apparition ne se montra dans toute sa splendeur qu'après 11 heures, c'est-à-dire lorsque le météore, après s'être presque entièrement évanoui, apparut peu à peu toujours plus brillant, atteignant son maximum vers $11^h 30^m$.

» La lumière devint alors, à Moncalieri, ainsi qu'à Alexandrie et à Plaisance, d'une couleur rouge très-vive, de manière que plusieurs personnes, d'après les rapports que nous venons de recevoir, en furent averties par la lumière extraordinaire par laquelle leurs chambres, exposées au nord, furent éclairées.

» Dans la matinée du 10, le déclinomètre continua à être agité, et, à midi, nous comptâmes quatre-vingt-dix-sept taches dans le soleil, tandis que, le 9, nous n'en avons pu compter que soixante-trois.

» *Aurore boréale du 18 avril.* — Le 18 avril, on a observé dans plusieurs stations italiennes une deuxième aurore, qui avait le même éclat que la précédente, et qui était peut-être encore plus étendue.

» Au nord, elle a été observée à Lodi, Moncalieri, Alexandrie, Volpeglino, près de Tortona et à Bra. Dans le centre, elle a été observée à Urbino, Saint-Jean-en-Persioto, Florence, Empoli, Roccastrada; au sud, elle n'a été observée qu'à Palerme. Le météore commença à paraître le matin; il se montra, depuis $1^h 10^m$ jusqu'à $2^h 45^m$, à Volpeglino; mais, au commencement du soir, il acquit un éclat inusité.

» L'apparition eut deux phases de la plus grande intensité.

» La première phase se montra vers 9 heures, temps moyen du lieu. On observait l'arc auroral accoutumé, avec des zones rougeâtres et brillantes, qui se jetaient au commencement dans la constellation de Cassiopée; plus tard, vers $3^h 15^m$, elles s'étendaient même dans celle de Persée d'un côté et dans celle de Céphée de l'autre.

» Ces zones ou panaches étaient même plus brillants que l'arc.

» A $3^h 30^m$ l'aurore s'était évanouie, mais on voyait toujours une lumière blanchâtre sur la région septentrionale.

» La deuxième phase eut son commencement à $9^h 38^m$; à Pérouse, une

lumière pâle reparut, qui devenait toujours plus vive au méridien magnétique.

» Vers 10 heures du soir, l'aurore devint encore plus brillante qu'auparavant. Des zones ou faisceaux de lumière rougeâtre s'élevèrent de nouveau sur l'horizon, interrompus par d'autres, jaunâtres et blanchâtres, et d'autres obscurs, entre Céphée et Cassiopée. A Pérouse, ces lignes lumineuses se succédaient les unes aux autres et se dirigeaient sur un arc de lumière rouge, qui s'élevait jusqu'à 45 degrés de hauteur. La base de ce météore était, à Alexandrie, de 80 degrés à peu près. A $10^h 30^m$, tout était terminé; il ne restait plus qu'une teinte blanchâtre sur l'horizon, dans une étendue d'environ 115 degrés.

» A $11^h 30^m$, la région septentrionale du ciel, à Volpeglino, n'avait pas encore acquis sa couleur naturelle, mais le météore était partout terminé.

» *Aurore boréale du 23 avril.* — On dirait que les phénomènes *auroraux* ont été continuels dans les jours qui suivirent l'aurore du 18, à Moncalieri ainsi qu'à Palerme. Depuis ce soir (18) jusqu'au 23, on a remarqué, vers le nord et le nord-ouest, une teinte rougeâtre et tout à fait insolite. Elle formait un beau contraste avec la lumière zodiacale, qui, d'un moment à l'autre, se montrait resplendissante.

» Mais, le soir du 23, elle acquit pour peu d'instants une intensité beaucoup plus grande, quoiqu'elle n'eût que peu de durée. Néanmoins, elle put être observée dans plusieurs endroits du Piémont : à Turin, Moncalieri, Bra, Alexandrie et Volpeglino. En Lombardie, elle fut observée à Lodi, en Sicile, à Palerme.

» A $8^h 15^m$, à Volpeglino, la plage céleste du nord commença à se montrer teinte d'une couleur rouge jusqu'à 25 degrés sur l'horizon, et divisée en épaisses colonnes de lumière douce, animées d'un mouvement de sursaut.

» A $3^h 15^m$, lorsque tout paraissait terminé, le météore devint beaucoup plus resplendissant. Ce fut alors qu'on le vit dans les endroits que nous venons de nommer. Le maximum de l'apparition arriva partout presque soudainement vers $9^h 15^m$ (temps moyen de Turin), et il ne dura que cinq ou six minutes.

» Dans quelques endroits, comme à Turin, Moncalieri, Alexandrie, Bra, on n'a vu qu'une colonne de lumière uniforme, assez resplendissante, qui s'éleva à 35 degrés sur l'horizon, entre Cassiopée et Céphée. A Lodi, à Volpeglino, on a remarqué les faisceaux de lumière accoutumés. Ceux-ci étaient d'une couleur jaune-orangé à Volpeglino, de couleur rouge à Lodi, où l'on en vit deux très-distincts, un très-resplendissant entre Céphée et

Cassiopée, l'autre moins brillant entre Cassiopée et Persée. Avant et après cette apparition, la région nord du ciel était couverte d'une lumière rouge-blanchâtre, qui, à Moncalieri, s'étendait jusqu'à 90 degrés entre le Cocher et la Lyre. A $10^h 17^m$ le phénomène était partout terminé.

» Les aurores que nous venons de décrire furent accompagnées, comme de coutume, par des phénomènes météorologiques et cosmiques. Dans les soirs où ces phénomènes sont arrivés, les magnétomètres étaient agités dans toute la Péninsule; leur fuite se termina par une agitation très-forte, qui continua pendant toute la journée du 24. En effet, à Moncalieri, on a remarqué des jets de lumière rouge au commencement du soir de ce jour. Pendant ces jours, les taches solaires furent nombreuses à Rome, à Palerme, ainsi qu'à Moncalieri; mais le plus grand nombre fut remarqué le jour des aurores.

» Je termine par cette remarque que la fréquence inusitée des phénomènes auroraux, à des latitudes basses, n'arrive pas seulement dans notre contrée, puisque, comme me le fait observer M. Heis, de Münster (celui à qui cette branche de la physique du globe a tant d'obligations), même à Athènes, l'infatigable astronome, M. Jules Schmidt, en observe assez souvent. Je crois que la même chose arriverait en beaucoup d'autres lieux s'il y avait partout de diligents et patients observateurs.

» *P. S.* Pendant ce mois de juin, nous avons observé trois autres phénomènes de lumière aurorale, les soirs des 7, 12 et la nuit du 18. Ce dernier a été très-brillant, et a été accompagné d'une perturbation magnétique très-intense. »

M. Gaube adresse une Note sur la *mandragorine*, base organique extraite de la racine de mandragore.

M. Dyes adresse, de Nancy, une Note relative à l'emploi de l'eau chlorée, administrée à l'intérieur, comme remède contre les maladies miasmatiques.

M. Larrey informe l'Académie du prochain départ de *M. le Dr Castano* pour la Scandinavie. M. Castano se propose de visiter le Danemark, la Suède et la Norvége, peut-être l'Islande et les îles Feroë, au point de vue de la climatologie et de la topographie médicale; il s'estimerait heureux que les Membres de l'Académie voulussent bien lui indiquer les questions sur les-

quelles il leur paraîtrait désirable d'avoir des éclaircissements ou des documents nouveaux.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie présente, par l'organe de son doyen, **M. Chasles**, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de *M. Lamé* :

En première ligne.	**M. Puiseux.**
En deuxième ligne et par ordre alphabétique. . .	**M. Bouquet.** **M. Briot.** **M. Jordan.**
En troisième ligne.	**M. Darboux.**
En quatrième ligne.	**M. Mannheim.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 juillet 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Revue de géologie pour les années 1867 *et* 1868; *par* MM. Delesse et de Lapparent, Paris, 1871 ; in-8°. (Présenté par M. Élie de Beaumont.)

Éléments de chimie organique ou asynthétique, 2e partie; *par* M. le Dr Sacc. Paris, 1871 ; in-12.

Rapport général sur le service médical pendant le siége de Paris; par M. C.-L. Sandras. Paris, 1871; br. in-8°.

De l'eau. Étude biologique, nosologique et hygiénique; par M. Bergeret. Lyon, 1869; br. in-8°.

Du chlorure de sodium. Étude biologique, nosologique et hygiénique; par M. BERGERET. Lyon, 1869; br. in-8°.

Nutrition, alimentation et hygiène. Petit Manuel pratique de la santé, avec 50 photographies micrographiques et dessins dans le texte; par M. BERGERET. Paris, 1870; in-12 avec album. (Ces trois derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Sur la constitution des spectres lumineux; par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN. La Rochelle, 1870; br. in-8°.

Lithographie, chromo-lithographie, autographie, gravure sur pierre, machines à imprimer; par M. D. KÆPPELIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Fabrication des papiers peints; par M. D. KÆPPELIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Blanchiment, blanchissage, apprêt. Blanchiment des tissus; par M. D. KÆPPELIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Étude sur l'impression et la teinture des tissus; par M. D. KÆPPELIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Un chapitre sur la teinture. Gaude; par M. D. KÆPPELIN. Paris, 1869; br. in-8°.

(Ces cinq derniers ouvrages sont extraits des *Annales du génie civil.*)

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société météorologique,* juin 1869. Londres, 1869; in-8°.

Cartes publiées par l'office hydrographique de l'Amirauté, de février 1870 *à janvier* 1871. Londres, 1870-1871.

Über... *Sur le retour de la comète d'Encke en* 1871; *par* M. S.-v. GLASENAPP. Saint-Pétersbourg, sans date; in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.*)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — JUIN 1871.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne.			THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin (1).			TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air (2)		TEMPÉRATURE MOYENNE du sol (2)			THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T – t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.	à 13m,7.	à 33m,0.	à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.					
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	756,2	7,4	19,8	13,6	6,6	20,5	13,5	14,9	14,7	18,26	16,96	16,38	19,7	7,72	61	»	7,0
2	757,6	8,2	14,0	11,1	7,3	16,7	12,0	10,2	10,0	13,68	14,73	15,92	5,4	5,28	56	»	9,0
3	757,2	5,8	11,9	8,8	4,8	13,3	9,0	9,0	8,6	11,98	13,01	14,57	7,3	5,51	64	»	10,0
4	753,6	4,4	13,8	9,1	4,6	15,1	9,8	10,4	10,2	12,71	13,02	13,90	13,3	5,72	59	»	9,5
5	755,6	8,0	11,5	9,7	7,4	12,1	9,7	9,5	9,4	11,56	12,47	13,75	1,9	6,90	77	»	13,5
6	757,0	8,0	15,6	11,8	8,0	16,7	12,3	11,9	11,0	13,97	13,19	13,41	10,3	6,41	60	»	12,5
7	752,9	8,0	14,4	11,2	6,6	14,1	10,3	9,4	8,4	12,70	12,83	13,42	4,5	7,07	80	»	13,5
8	752,7	7,9	11,8	9,8	6,8	12,5	9,6	10,1	9,5	12,04	12,18	13,07	3,4	7,92	85	»	10,5
9	754,3	8,0	14,7	11,3	7,1	16,5	11,8	11,4	11,0	13,09	13,01	13,13	9,5	8,25	75	»	10,5
10	754,8	9,9	13,9	11,9	9,2	14,5	11,8	11,0	10,5	13,16	13,45	13,45	4,7	8,93	90	»	10,5
11	755,4	9,0	16,9	12,9	7,2	15,0	11,1	12,6	12,2	13,49	13,57	13,57	7,0	9,13	94	»	7,5
12	755,6	9,2	22,6	15,9	7,6	23,7	15,6	18,6	18,8	17,27	15,64	14,37	12,4	9,37	62	»	4,5
13	756,2	13,5	25,6	19,5	12,0	26,3	19,1	20,5	19,9	19,00	17,73	15,77	12,5	11,28	66	»	4,5
14	756,0	14,3	27,5	20,9	12,8	28,2	20,5	23,9	23,5	20,50	18,96	16,87	14,4	11,26	58	»	7,5
15	752,4	17,0	29,3	23,1	16,0	29,3	22,6	21,6	19,5	21,14	19,40	18,04	8,9	13,54	73	»	6,5
16	752,7	16,4	21,8	19,1	15,3	21,9	18,6	18,3	»	19,19	18,88	17,97	4,1	13,17	83	»	14,5
17	748,2	16,0	22,5	19,2	14,6	23,2	18,9	17,1	16,2	18,22	18,22	17,75	8,7	11,76	78	»	7,5
18	750,4	14,0	21,5	17,7	12,8	22,3	17,5	16,5	15,9	18,57	17,07	17,48	10,8	10,19	71	»	15,5
19	749,5	13,4	20,1	16,7	12,2	20,6	16,4	13,9	14,2	17,78	17,43	17,42	11,2	8,99	72	»	16,5
20	749,2	12,2	18,7	15,4	11,3	19,7	15,5	15,6	14,7	17,59	17,24	17,17	15,2	9,62	70	»	18,0
21	752,8	12,5	16,9	14,7	11,6	18,8	15,2	13,5	12,8	16,65	16,53	16,89	6,3	9,90	82	»	14,0
22	756,1	11,7	20,3	16,0	10,6	20,9	15,7	16,4	15,5	17,38	16,90	16,53	7,6	10,96	77	»	14,0
23	753,6	14,5	21,5	18,0	13,6	23,9	18,7	17,3	16,5	17,60	17,29	17,00	7,2	12,16	83	»	8,0
24	755,0	13,9	19,1	16,5	13,2	20,1	16,6	15,2	14,2	17,72	17,40	17,16	5,9	9,86	74	»	4,0
25	756,1	12,0	14,7	13,3	11,2	16,3	13,7	11,6	11,2	15,00	15,66	16,52	4,6	7,35	69	»	17,0
26	761,5	7,6	16,1	11,8	6,1	17,5	11,8	11,5	11,3	14,37	14,56	15,57	11,6	7,82	70	»	9,0
27	758,9	8,1	18,1	13,1	6,6	19,1	12,8	14,6	14,2	15,44	15,28	15,57	10,7	8,71	69	»	9,0
28	754,4	12,7	20,4	16,5	11,5	21,7	16,6	15,9	15,1	16,21	16,04	15,85	5,9	10,75	79	»	12,5
29	755,7	11,5	22,2	16,8	10,0	22,9	16,4	16,8	16,8	17,38	16,86	16,27	17,6	9,88	69	»	10,5
30	752,7	12,6	23,1	17,8	11,0	24,1	17,5	19,0	18,9	18,21	17,65	16,97	12,2	11,27	69	»	7,5
Moy.	754,5	10,92	18,68	14,80	9,85	19,58	14,69	14,61	13,95	16,06	15,77	15,72	9,26	9,22	72,5	»	10,5

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.
(2) Moyenne des températures à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juin 1871.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (1).	Cour.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
1	17°.46',1	65°.43',6	4,6946	»	»	2,55	NE faible.	NNE	0,2	»
2	46,4	45,0	4,6877	»	»	5,00	NNO modéré.	NNE	0,6	»
3	46,1	43,8	4,6785	»	»	2,75	NNO modéré.	NNE	0,6	»
4	44,7	43,5	4,6775	»	»	1,80	N faible.	NNE	0,6	»
5	44,0	42,5	4,6546	»	»	3,10	NNO modéré.	N	1,0	»
6	42,6	43,9	4,6686	3,19	2,51	1,80	NO faible.	NNO	0,8	»
7	45,6	46,5	4,6776	0,26	0,35	1,56	ONO faible.	NO	1,0	»
8	48,4	46,8	4,6962	3,75	3,65	4,30	ONO faible.	ONO	1,0	»
9	46,1	39,5	4,6914	1,70	1,70	0,84	O faible.	ONO	0,9	»
10	47,1	41,4	4,6894	0,98	1,02	1,04	ONO faible.	ONO	0,9	A $2^h 20^m$ soir, tonnerre.
11	54,9	39,7	4,6711	5,63	5,30	»	NNO faible.	E	0,5	»
12	46,5	45,3	4,7163	»	»	2,30	NE faible.	NNE	0,2	»
13	47,1	44,1	4,6991	»	»	4,25	OSO faible.	O	0,6	»
14	46,6	43,4	4,6913	»	»	4,40	Variable.	O, ESE	0,5	»
15	45,9	42,7	4,7089	»	»	4,60	Variable.	SE	0,8	Le soir, tonnerre.
16	47,5	43,6	4,7093	27,32	27,63	»	SO faible.	SSO	0,9	»
17	45,3	43,4	4,6977	6,81	7,48	»	SO modéré.	SSO	0,8	Vers $1^h 45^m$ soir, orage.
18	51,0	47,0	4,7358	18,18	17,82	»	SO modéré.	SO	0,6	De $2^h 15^m$ à $2^h 45^m$ s., orage SSO.
19	49,8	45,6	4,6933	8,53	9,75	»	O modéré.	OSO	0,9	»
20	45,9	45,8	4,7033	7,25	7,10	»	O assez fort.	O	0,7	»
21	45,7	45,1	4,6962	3,92	3,60	»	O faible.	O	0,9	A $2^h 30^m$ soir, orage de O à E.
22	49,2	41,6	4,7218	11,45	11,08	»	O faible.	O	0,9	»
23	47,5	45,9	4,7090	14,20	14,95	»	ONO faible.	OSO	0,9	»
24	45,7	43,1	4,7083	1,29	1,19	»	N modéré.	N	1,0	»
25	46,9	43,3	4,6968	0,00	0,00	2,45	NNO modéré.	N	0,8	»
26	41,7	43,1	4,7151	»	»	6,00	NO modéré.	NNO	0,6	»
27	45,0	44,5	4,7238	0,16	0,15	6,00	ONO faible.	ONO	0,5	»
28	45,7	44,2	4,7114	»	»	4,70	O faible.	O	0,9	»
29	43,6	44,8	4,7071	0,30	0,46	6,10	OSO tr.-faib.	OSO	0,7	»
30	45,5	44,6	4,7274	»	»	5,00	OSO faible.	SO	0,5	»
Moy.	17.46,5	65.43,9	4,6986	114,92	115,74	»			0,73	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juin 1871.

Résumé des observations trihoraires.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyenne.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	754,68	754,56	754,44	754,10	754,16	754,70	754,67	754,59
Pression de l'air sec	745,41	745,33	745,23	745,07	745,30	745,47	745,58	745,37
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (salle méridienne).	13,20	14,79	16,59	16,75	15,94	13,91	12,52	14,44
Thermomètre à mercure (jardin), *t*	13,55	15,32	17,32	17,40	15,82	13,57	12,13	14,58
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	13,37	15,27	17,15	17,29	15,85	13,62	12,14	14,54
Thermomètre électrique (13m,7)	13,06	15,23	16,87	17,16	16,60	14,08	12,47	14,66
» (33m,0)	12,29	14,33	16,18	16,26	15,70	13,62	11,99	14,03
Thermomètre noir dans le vide, T	18,75	25,18	29,54	28,02	19,56	12,82	11,47	19,75
Excès (T — *t*)	5,20	9,86	12,22	10,62	3,74	—0,75	—0,66	5,17
Thermomètre de Leslie	4,70	5,55	6,51	6,46	1,53	»	»	»
Température du sol à 0m,02	14,63	16,01	17,96	18,31	16,61	15,51	14,77	16,06
» 0m,10	14,82	15,12	16,15	16,98	16,87	16,23	15,72	15,80
» 0m,30	15,63	15,54	15,46	15,58	15,84	15,93	15,95	15,72
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Tension de la vapeur	9,27	9,35	9,21	9,03	8,86	9,23	9,09	9,22
État hygrométrique	76,2	69,0	60,9	60,4	64,6	76,6	82,9	72,3
Inclinaison magnétique 65° +	43',77	43',76	42',87	42',06	42',41	42',64	43',02	43',07
Déclinaison magnétique 17° +	43,70	46,47	56,80	56,63	50,91	50,17	40,64	50,77

Le minimum barométrique tombe entre 3 heures et 6 heures du soir. L'oscillation moyenne diurne qui était de 1mm,13, au moins, pendant le mois de mai dernier, est descendue à 0mm,58 pendant le mois de juin suivant. L'excès moyen du thermomètre noir dans le vide sur le thermomètre placé à l'ombre, (T — *t*), est en même temps descendu de 7°,27 à 5°,17. Ces deux mois de mai et juin 1871 ont été, en effet, dans des conditions météorologiques très-différentes, le premier avec 4 jours de pluie seulement, le second avec 18 jours de pluie ayant donné un total de 114mm,9 d'eau au pluviomètre de la terrasse. Mai avait été un peu froid, mais plein de lumière; juin n'a eu qu'une température moyenne de 14°,80, soit de 2°,44 au-dessous de la température d'un mois de juin moyen.

» En retranchant de la hauteur barométrique totale la force élastique de la vapeur d'eau, nous obtenons la pression de l'air sec au niveau du sol. Cette pression passe par un minimum un peu avant 3 heures du soir. L'amplitude de l'oscillation qu'elle subit, de 3 heures du soir à minuit, est de 0mm,51. Pour produire une variation correspondante dans la densité d'une masse d'air libre, il suffirait d'une variation de température de 0°,19; or cette variation a été en réalité de 5°,27. Dans le mois de mai précédent, la variation de tension de l'ar sec, entre les mêmes heures, avait été de 1mm,03 et celle de la température de 7°,76.

ERRATA. — Dans les tableaux du mois de mai 1871, les températures doivent être corrigées ainsi qu'il suit :

	Correction.
Températures du sol à 0m,02	+ 0°,60
» à 0m,10	+ 0,60
» à 0m,30	+ 0,70
Thermomètre noir dans le vide, T et (T — *t*)	+ 0,70
Thermomètre incolore du jardin	— 0,20

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le tome LXIX de ses *Comptes rendus* (2e semestre de l'année 1869) est en distribution au Secrétariat.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de *M. Haidinger,* Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Vienne le 19 mars 1871.

PHYSIQUE. — *De l'action de l'électricité sur les tissus colorés des végétaux; par* M. BECQUEREL (1).

« Dans le Mémoire que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 26 juin dernier, nous avons exposé les premiers résultats des recherches que nous avons entreprises sur le transport de certains sels par l'étincelle électrique, du négatif au positif, dans une direction

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus.*

inverse de celle que suit la matière dans les expériences de Davy et de Porrett, faites avec la pile, tandis qu'il y a des sels qui ne sont transportés dans aucune des deux directions.

» Les résultats obtenus nous ont engagé à examiner ce qui devait se passer, en soumettant à l'action de l'étincelle électrique produite soit avec les machines électriques ordinaires, soit avec les appareils d'induction, ou bien à l'influence d'un courant électrique fourni par une pile, les diverses parties d'un végétal, fleurs, feuilles, ligneux, écorce, sucs secrétés, organes sexuels et fruits. Le champ de recherches à parcourir est donc très-vaste, si l'on veut arriver à trouver des principes généraux.

» Avant d'exposer le résultat de nos recherches à cet égard, il est nécessaire de rapporter les expériences qui ont été faites sur le même sujet par MM. Kabsch et Kühne (1).

» Voici comment M. Kabsch rend compte des résultats qu'il a obtenus (2) :

« Les matières colorantes rouges sont décolorées, dans toutes les circonstances, selon l'intensité de la couleur, soit instantanément, soit sous une action prolongée d'un courant d'induction ; l'effet se produit aussi bien sur la couleur rouge des fleurs et des bractées que sur celle des feuilles caulinaires et des cotylédons (on sait que ces deux matières colorantes se distinguent par leur réaction avec les alcalis : ceux-ci font passer la première au bleu, la seconde au vert).

» L'action produite est remarquable, particulièrement sur la couleur bleue ou violette que j'ai soumise à l'expérience dans les *Aquilegia*, *Vinca*, *Viola*, *Delphinium* et *Campanula*. D'abord il paraîtrait n'y avoir aucune action, les corolles devenant seulement un peu flasques; mais quand on a blessé un peu l'épiderme, en le grattant légèrement avec un couteau, ou simplement en touchant un peu rudement le point soumis à l'expérience avec les bouts des fils conducteurs, l'étincelle a fait immédiatement apparaître, en place du beau violet bleu naturel, une couleur bleue-verdâtre foncée ou claire.

» Plus le bleu était pur et clair, moins ce changement de couleur était appréciable; les espèces de campanules à fleur d'un bleu clair offraient encore une décoloration.

» Je ne sache que ces phénomènes aient été déjà observés; cependant M. de Bérigny a reconnu une action semblable de l'ozone. »

» Plus loin :

« Les matières jaunes résistent très-longtemps à l'action décolorante du courant électrique; d'un autre côté, le vert de la chlorophyle ne paraît en ressentir aucune influence. »

---

(1) Nous devons les renseignements dont il va être question à notre savant confrère M. Duchartre.

(2) *Botanische Zeitung*, 1861, p. 362 et 363.

» Il résulte des faits qui viennent d'être rapportés que M. Kabsch a étudié la décoloration des fleurs à l'aide de l'appareil d'induction, dans les points où les électrodes touchent les pétales, décoloration qui se complique d'une action chimique, l'électrode positive s'entourant d'un acide qui tend à colorer en rouge le pétale et l'électrode négative d'un alcali qui colore en vert la matière colorante. Les faits observés ne sont donc pas des faits simples comme ceux dont il va être question.

» M. Kabsch paraît attribuer les effets de décoloration à l'ozone; mais on verra plus loin que cette opinion ne paraît pas devoir être fondée, et qu'elle est contraire à certains faits observés.

» Nous avons commencé à soumettre à l'expérience les pétales de diverses espèces de fleurs et les feuilles vertes et différemment colorées.

» La matière colorante des pétales des fleurs est renfermée soit à l'état liquide, soit à l'état de granules solides, dans des cellules, dont les bords sont juxtaposés sans laisser aucun vide où des gaz pourraient s'introduire. Dans les feuilles, les cellules ne sont plus jointives et laissent entre elles des espaces remplis d'air; elles contiennent en outre des granules de chlorophylle.

» Cela posé, on a adopté le mode d'expérimentation suivant, pour étudier l'action que l'étincelle électrique exerce sur les couleurs des végétaux. Ce mode consiste à employer l'excitateur universel pourvu de divers accessoires, tels que petites boules de platine placées aux deux extrémités des deux tiges mobiles de l'excitateur, capsules et lames de même métal, et d'une tablette en verre sur laquelle est placée une bande de papier humectée d'eau distillée et destinée à recevoir le pétale sur lequel on veut expérimenter. En opérant avec la machine électrique, les deux extrémités libres de l'excitateur sont éloignées l'une de l'autre d'environ 3 centimètres et placées à un centimètre du pétale. L'une des tiges est mise en communication avec le sol, l'autre avec une sphère isolée placée à quelque distance du conducteur d'une machine électrique en action, servant à tirer des étincelles, lesquelles sont transmises au pétale. En soumettant à l'expérience le *Papaver orientalis* d'une couleur rouge écarlate, les parties situées au-dessous des boules prennent une teinte sensiblement blanche après quelques étincelles; en interrompant l'électrisation, les taches s'étendent peu à peu et finissent par envahir le pétale comme le fait une goutte d'huile répandue sur une feuille de papier; si l'on met alors le pétale dans l'eau, celle-ci prend une teinte violette, et il se décolore complétement. En prolongeant l'électrisation, on obtient directement un effet semblable.

» Les parties décolorées sont transparentes et laissent voir le tissu du pétale de manière à pouvoir en faire l'anatomie au microscope. Ces parties, par un effet de contraste, paraissent avoir une teinte verte, qu'on fait disparaître en couvrant d'un diaphragme blanc la partie rouge non décolorée. Il n'existe aucune différence entre les effets produits au-dessous de chacune des deux boules; cette particularité ne permet pas d'admettre une action électro-chimique, car si elle avait lieu les effets seraient différents sous chacune des boules. En expérimentant avec deux pointes au lieu de deux boules de platine, l'action électro-chimique se manifeste assez rapidement; on aperçoit, au-dessous de la pointe positive, indépendamment de la partie décolorée, une tache rouge, et au-dessous de l'autre une tache verte, couleurs qui indiquent la présence d'un acide sous la première et d'un alcali sous la seconde. En employant un appareil d'induction quoique de faible force, il se produit de la chaleur qui complique l'effet de décoloration. Néanmoins on s'en rend maître, comme on va le voir.

» Ce mode d'expérimentation ne donne pas des effets réguliers, attendu que l'étincelle frappe tantôt un point du pétale, tantôt un autre plus ou moins éloigné; on régularise son action au moyen de l'une des dispositions suivantes :

» 1° On applique sur une lame de verre un disque de feuille d'étain de l'étendue que l'on veut donner à la partie qui doit être décolorée; ce disque est pourvu d'un appendice de même métal destiné à établir la communication avec un des pôles de l'appareil d'induction ou le conducteur d'une machine électrique; on applique dessus le pétale, que l'on recouvre d'une bande de taffetas enduit de vernis à la gomme laque et percée d'une ouverture égale à celle du disque; on applique dessus une bande de papier mouillé, puis un autre disque d'étain pourvu également d'un appendice qui le met en communication avec l'autre pôle; le tout est mis sous une presse; aussitôt que l'appareil électrique fonctionne, la décharge se répartit uniformément sur le pétale; si le taffetas isolant ne remplit pas complétement le but que l'on s'est proposé, on le remplace par une lame de verre percée d'une ouverture circulaire, d'un diamètre égal à celui du disque.

» 2° On place le pétale entre deux longues bandes de papier à filtrer, humectées d'eau et reposant sur une lame de verre, puis on pose les deux boules de l'excitateur chacune sur l'une des bandes à un centimètre environ du pétale, de sorte que la décharge traverse simultanément les deux bandes de papier mouillé et le pétale quand il est suffisamment humide.

» Si l'on veut avoir une action plus directe, on applique les deux petites

boules de platine sur les parties des bandes en contact avec le pétale; mais on a à craindre alors des effets dus à la production de la chaleur pendant la décharge.

» Une forte décharge n'est pas toujours nécessaire pour produire la décoloration dans les fleurs impressionnables, comme l'est le pavot oriental. On l'obtient également, mais à un moindre degré, avec deux pointes de métal placées très-près du pétale et en opérant la décharge de l'électricité qu'acquiert un tube de verre ou un bâton de gomme laque frotté avec une étoffe de laine. L'immersion dans l'eau opère ensuite complétement la décoloration.

» Les pavots de diverses nuances sont plus ou moins impressionnables, selon la nature des matières colorantes qu'ils renferment; ils le sont en général moins que le pavot oriental couleur rouge-écarlate, qui est la fleur la plus sensible parmi celles que nous avons soumises jusqu'ici à l'influence de l'étincelle électrique.

» Le pavot des champs (coquelicot) passe successivement au violet clair, puis au blanc-verdâtre et devient blanc dans l'eau, toute la matière colorante s'y dissolvant.

» Les iris de toutes couleurs, ainsi que les roses différemment colorées éprouvent des effets semblables, avec des différences résultant de la nature du principe colorant. On peut conserver les pétales décolorés et desséchés entre deux lames de verre mastiquées sur les bords, afin de les soustraire à l'action de l'air et de l'humidité. Les fleurs sèches ou épanouies depuis longtemps perdent en grande partie leur faculté décolorante par l'action de l'électricité, quand celle-ci est faible.

» La pensée, de couleur violette foncée, soumise à l'électrisation pendant quelques instants ne paraît éprouver aucune altération; mise ensuite en digestion dans l'eau, celle-ci se colore d'abord en bleu, puis en vert.

» Les fleurs jaunes paraissent, en général, peu impressionnables à l'action de l'électricité; les couleurs perdent cependant de leur éclat, et la matière n'est pas soluble dans l'eau froide après l'action électrique; il est probable que cela tient à ce que la couleur est due à des granules solides, et non à un liquide sur lequel l'électricité a de l'action. Nous citerons particulièrement les pétales du tournesol.

» Les pétales des capucines rouges, rouges-bruns et rouges-orangées, soumises au même mode d'expérimentation, perdent leur teinte rouge et deviennent jaune-clair dans les parties électrisées après avoir été plongées dans l'eau froide. Elles renferment en effet, à la fois, dans les cellules, et la

couleur rouge impressionnable et des granules jaunes solides; il en est de même des pétales du dahlia cocciné.

» Les fleurs bleues sont moins impressionnables que les rouges. Les pétales de la fleur du *Tradescantia virginica* sont peu influencés par l'étincelle; l'*Auchusa italica* se décolore peu à peu. Ces fleurs ayant de très-petits pétales, il est difficile d'observer les effets produits, attendu qu'ils se plissent et se brisent.

» On doit considérer comme règle générale, que la couleur des fleurs qui a éprouvé un changement, même très-faible, de la part de l'étincelle électrique, se dissout en tout ou en partie dans l'eau froide, suivant l'intensité de l'action.

» L'électrisation des feuilles a donné les résultats suivants : les feuilles vertes, en général, telles que celles de lilas, de pivoine, etc., semblent d'abord n'éprouver aucun effet de l'électrisation; mais quelque temps après sa cessation, on voit les parties frappées par l'étincelle brunir peu à peu; l'effet produit s'étend bien au delà et finit par envahir la totalité ou une partie de la feuille suivant sa grandeur; laquelle finit par présenter l'aspect d'une feuille morte, quand surtout l'électrisation a été prolongée.

» Les feuilles du *Begonia discolor*, rouges sur une face et vertes sur l'autre, présentent des effets remarquables : la partie verte devient sensiblement rouge comme l'autre, et la rouge, verte; il s'opère là une espèce de filtration de la matière rouge dans le tissu et la feuille, attendu que la chlorophylle ne paraît pas altérée.

» Les feuilles de *Coleus*, qui sont rouge-brun sur les deux faces, deviennent vertes dans les parties électrisées, et l'effet produit s'étend également au delà; leur immersion dans l'eau froide les décolore complétement. Les feuilles d'irisine qui sont colorées en rouge éprouvent la même action.

» Les feuilles d'amaranthe bicolore, qui ne paraissent pas éprouver d'altération sensible pendant l'électrisation, cèdent ensuite leur couleur à l'eau froide dans laquelle on les immerge, tandis que rien de semblable n'a lieu sans électrisation.

» Au lieu d'employer de simples étincelles ou de faibles décharges électriques pour opérer la décoloration des diverses parties des plantes, on a fait usage du courant électrique d'une pile composée de six éléments à acide nitrique et zinc amalgamé, en mettant en communication le pétale de la feuille avec les pôles au moyen de deux bandes de papier humide, comme on l'a vu plus haut.

» On sait que Davy ayant soumis pendant plusieurs jours une feuille de

laurier à l'action d'une pile de 150 éléments, cette feuille devint brune, comme si elle eût été grillée; la matière verte, la résine, l'alcali, la chaux avaient été transportés au pôle négatif, tandis qu'au pôle positif il s'y trouvait de l'acide cyanhydrique.

» Nous n'avons pas voulu obtenir de semblables effets, c'est-à-dire décomposer entièrement les parties des plantes soumises à l'action de l'électricité, mais bien connaître ce qui devait se passer lorsque les pétales des fleurs étaient appliqués, pendant un quart d'heure, sur deux bandes de papier légèrement humectées d'une dissolution légère d'eau salée, chacune d'elles étant en rapport, au moyen d'une lame de platine, avec les pôles de la pile; les effets ont été les mêmes, quoique moins énergiques, qu'avec l'appareil d'induction ou la machine électrique : la couleur rouge écarlate du pavot a pâli très-faiblement sans aucune apparence de décomposition; mise en contact avec l'eau, toute la matière colorante s'est dissoute dans l'eau, et le pétale est devenu blanc et translucide.

» Les pétales d'une rose ont présenté les mêmes effets. Il n'y a donc eu aucune différence dans le mode d'action de la machine électrique, de l'appareil d'induction ou du courant de la pile, si ce n'est dans l'intensité des effets, qui a été très-faible dans ce dernier cas, mais plus uniforme.

» Quelle est la cause qui produit les effets dont il vient d'être question? Est-elle physique, chimique ou physiologique? Ce sont là des questions que nous allons discuter. On serait disposé, *à priori*, à les attribuer à l'ozone qui se produit assez abondamment quand les décharges de l'électricité ont lieu dans l'air, lequel réagirait alors sur les matières colorantes pour les oxyder, selon qu'elles seraient plus ou moins impressionnables; l'action décolorante continuerait après l'électrisation, aux dépens de l'oxygène qui se trouverait dans les tissus, lequel aurait été ozonisé. Les observations suivantes ne permettent pas d'admettre cette explication : d'abord des courants électriques faibles produisent des effets analogues aux décharges, ensuite on obtient les mêmes effets en expérimentant dans des tubes de verre ne contenant que de l'hydrogène ou du gaz acide carbonique, où il ne se produit pas d'ozone quand on y fait éclater des étincelles comme nous l'avons expérimenté. D'un autre côté, en dehors de toute intervention électrique, la décoloration n'a pas lieu non plus quand les pétales sont renfermés dans des tubes où l'on fait passer un courant d'air ozonisé; enfin l'expérience suivante prouve que l'ozone n'intervient en rien dans le phénomène de décoloration. On applique sur une longue bande de papier humide le pétale du pavot oriental, et l'on fait passer pendant quelques instants

la décharge sans produire d'étincelles, à plusieurs centimètres du pétale, en mettant les deux boules de l'excitateur en communication avec les bandes de papier; en opérant ainsi soit avec la machine électrique, soit avec l'appareil d'induction, il ne se produit pas sensiblement d'ozone. On voit aussitôt le pétale changer de couleur et prendre une teinte très-légèrement blanchâtre.

» L'effet produit dépend donc d'une action spéciale de l'électricité, que nous allons tâcher d'indiquer. Nous nous sommes demandé d'abord si la lumière électrique n'exercerait pas une action *sui generis* ayant de l'analogie avec celle de la lumière solaire, qui se comporte quelquefois comme agent chimique? Pour le savoir, on a placé les pétales entre deux bandes épaisses de papier humide, afin de les soustraire à l'influence de la lumière pendant la décharge : les effets ont été les mêmes; on peut en conclure que ce n'est pas là la cause du phénomène. Du reste, on a déjà vu plus haut que les courants électriques qui ne sont pas accompagnés d'étincelles produisent les mêmes effets.

» La chaleur produit un effet semblable à celle que l'on obtient avec l'étincelle électrique; car, le pétale du pavot mis pendant quelques instants en contact avec l'eau bouillante, sa couleur rouge prend une teinte légèrement violette; ce pétale étant plongé ensuite dans l'eau froide, celle-ci dissout peu à peu la couleur, et il devient alors parfaitement blanc. L'action de l'eau à 100 degrés sur les feuilles colorées des *Coleus* et du *Begonia discolor* est analogue à celle de l'électricité : au bout de peu d'instants les premières deviennent vertes, et les secondes présentent une teinte rouge sur les parties vertes dont il a été question plus haut.

» Les pétales soumis à l'action de l'étincelle éprouvant la même action que lorsqu'on les traite par l'eau chaude, ne pourrait-on pas supposer que la chaleur dégagée par le passage de l'électricité dans le tissu du pétale ne soit la cause de l'effet produit? Cela n'est pas probable, car les boules de l'excitateur sont éloignées quelquefois de 1 décimètre et à peine si, dans l'intervalle, il y a une production de chaleur sensible. Au surplus, la faible quantité d'électricité qui détermine quelquefois sur certaines fleurs des effets marqués, comme cela arrive dans la décharge provenant de l'électricité obtenue avec un tube de verre ou un bâton de gomme laque frotté avec une étoffe de laine, exclue l'origine calorifique et force d'admettre une action propre de l'électricité.

» Tous les faits qui viennent d'être exposés, et notamment celui qui concerne la continuation de l'action produite par l'étincelle électrique sur les

feuilles et les fleurs, alors qu'elle a cessé d'agir, montrent que l'électricité a porté une atteinte plus ou moins profonde à l'action vitale, ce qui a permis aux forces physiques et chimiques d'agir. Voici comment on peut concevoir l'effet produit : à l'instant où la décharge a lieu il y a une suite de décompositions et de recompositions de fluide naturel qui vont en diminuant lorsqu'on s'éloigne des points atteints directement; ce phénomène a pour effet probablement d'altérer le tissu des cellules et de leur permettre de laisser filtrer le liquide coloré, dont s'empare l'eau froide dans laquelle on les plonge après l'action de l'électricité. L'effet doit être d'autant plus rapide que les cellules sont plus rapprochées des parties atteintes par l'étincelle; les cellules les plus éloignées doivent perdre plus lentement leur liquide coloré, les enveloppes ayant été moins atteintes par l'action de l'électricité.

» Nous avons prié notre confrère M. Duchartre de vouloir bien examiner au microscope les fleurs et les feuilles qui avaient été soumises à l'action de l'étincelle électrique, afin de déterminer les changements qui s'étaient opérés dans l'organisation de chacune d'elles; voici le résultat de ces observations. Le tissu du pétale du pavot n'a présenté aucune altération ; le contenu des cellules avait seul été modifié; en effet, le suc cellulaire, coloré en rouge vif, dont elles sont remplies, était devenu incolore; le contour des cellules était intact dans les parties décolorées, comme dans celles qui avaient conservé toute leur vivacité. La feuille de lierre a montré, par opposition, sur la face supérieure, à l'œil nu, un quadrilatère de 2 millimètres environ de côté qui avait une surface luisante au milieu d'une grande surface mate et brunie qui avait été exposée à l'action de l'étincelle. A la loupe, sur cette dernière, un grand nombre de petites ruptures de l'épiderme, les unes à peu près arrondies, les autres à contour irrégulier, que circonscrivait une ligne noircie. Au microscope, M. Duchartre a pu reconnaître que c'étaient autant de perforations opérées mécaniquement et par rupture, non-seulement dans toute l'épaisseur de l'épiderme, mais encore quelque peu dans le parenchyme sous-jacent.

» Ces ruptures du tissu de la feuille sont dues, suivant toutes les probabilités, à l'étincelle électrique, qui a éclaté successivement sur différents points répartis irrégulièrement.

» Autour de cette place frappée directement par l'étincelle, la même face supérieure de la feuille offrait une large tache irrégulière brunâtre, plus foncée vers les bords que dans sa partie centrale. M. Duchartre croit de-

voir attribuer cette tache au simple dépôt superficiel d'une matière brun foncé ou noire, dont il ignore l'origine et qui, vue au microscope, est amassée surtout dans les petits enfoncements de la surface de l'épiderme. Rien de pareil n'existait à la face inférieure; enfin le tissu interne de la feuille ou le mésophylle n'était altéré, ni dans l'arrangement ou la forme des cellules qui le constituent, ni dans la quantité ou la disposition des grains de chlorophylle qui donne à ce tissu sa couleur verte.

» M. Duchartre pense, d'après les observations que nous venons de rapporter, que, dans le coquelicot, l'électricité a altéré seulement le principe colorant rouge dissous dans le suc cellulaire, suivant l'énoncé de Kabsch, sans en amener le moindre déplacement, attendu que la couleur n'a nullement changé dans les parties du pétale qui entouraient les points décolorés; d'ailleurs, les cellules de ces parties rouges, étant entièrement pleines de liquide, n'ont pu en recevoir davantage.

» Nous ferons observer que l'électricité a fait plus que de décolorer le suc rouge; il l'a prédisposé à être enlevé par l'eau froide en totalité, sans, pour cela, que les cellules soient scindées, quand on met les pétales en digestion dans cette eau. C'est en cela que réside la propriété de l'électricité.

» Quant à la feuille de lierre, la chlorophylle n'a été altérée en rien, suivant M. Duchartre; l'électricité n'a donc point agi sur la couleur verte; mais, vers la face supérieure, le tissu a été déchiré en nombreuses ouvertures plus ou moins irrégulières.

» M. Duchartre croit que si, en mettant dans l'eau les pétales qui ont été électrisés, la décoloration s'y étend rapidement autour des points frappés par l'étincelle, cet effet peut tenir à ce que la pénétration de ce liquide dans les cellules a été facilitée par le changement moléculaire que l'étincelle aura déterminé dans les membranes cellulaires, changement du même genre que celui qui résulte de l'action du froid, et par suite duquel on voit l'eau s'amasser fréquemment hors des cellules, non déchirées cependant, au point de pouvoir se prendre en glaçons volumineux.

» La feuille de *Begonia discolor*, qui présente des effets remarquables, n'indique pas une décoloration, mais bien un déplacement, un transport de la matière colorante rouge; dans son état normal, cette feuille, vers sa face supérieure et dans le tissu cellulaire qui en forme l'épaisseur, renferme une très-grande quantité de grains de chlorophylle, qui sont même d'une grosseur remarquable. Son épiderme supérieur, comme d'ordinaire, est incolore; tout ce qui la distingue, c'est que l'épiderme de sa face inférieure a les cellules dont il est formé remplies d'un suc rouge, qui communique

sa couleur à cette face, surtout le long des nervures, par l'action de l'électricité. M. Duchartre a cru voir qu'une portion de la matière colorante s'est transportée de la face inférieure sur la face supérieure, à laquelle elle a donné sa teinte. C'est surtout du pourtour de la place électrisée qu'a dû partir la matière colorante ainsi transportée, car ce pourtour forme, à cette place électrisée, une sorte d'auréole verdâtre, c'est-à-dire dans laquelle l'épiderme inférieur, ayant perdu sa couleur, laisse voir par transparence la chlorophylle plus intérieure. Cette matière rouge, prise ainsi à la face inférieure, et principalement au pourtour de la place électrisée, est allée rougir cette même place à la face supérieure de la feuille. Voilà comment on peut expliquer, après l'action de l'électricité, pourquoi la feuille de *Begonia* présente au-dessus une grande place rouge au lieu de sa couleur verte naturelle; en dessous, la même place, qui n'a pas été sensiblement décolorée, est bordée d'une large bande verdâtre; il paraîtrait même que la matière colorante a été en partie transportée hors des cellules de l'épiderme.

» Les effets de l'étincelle observés sur les feuilles du *Begonia* sont semblables à ceux dont il a déjà été question en parlant de la décoloration des pétales des fleurs et particulièrement de ceux du pavot : l'électricité ne paraît agir que pour faire filtrer la matière colorante au travers de l'enveloppe des cellules, sans y produire d'altération.

» En résumé, les décharges électriques fortes ou faibles produisent trois actions distinctes sur les couleurs des feuilles et des fleurs :

» 1° Une action en vertu de laquelle les parties électrisées laissent dissoudre ou plutôt filtrer dans l'eau froide, où on les plonge après l'électrisation, les matières colorantes qui sont à l'état de dissolution dans les cellules. Cet effet se produit principalement sur les couleurs rouges et bleues; mais les nuances jaunes dues à des granules solides situés dans les cellules ne paraissent pas modifiées.

» 2° Une action décolorante directe sur les matières colorantes rouges et bleues qui se trouvent à l'état liquide dans les cellules, quand l'électrisation des plantes est suffisamment prolongée. Quelquefois cet effet est très-rapide, comme avec les pétales du pavot oriental rouge-écarlate.

» 3° Une infiltration et, pour ainsi dire, un transport des matières colorantes sensibles aux effets précédents, et cela dans l'intérieur des organes électrisés. On peut rappeler comme exemple l'effet produit par la matière rouge qui se trouve au-dessous de la feuille de *Begonia discolor,* laquelle couleur, pendant l'électrisation de cette feuille, s'infiltre peu à peu vers la

partie supérieure verte, de façon à masquer la couleur de la chlorophylle.

» Là s'arrêtent pour l'instant nos recherches sur les effets résultant de l'action exercée par l'étincelle sur les végétaux. Notre but a été de faire connaître, dans ce Mémoire, une propriété spéciale de l'électricité agissant sur les fleurs et les feuilles des végétaux; propriété qui se manifeste peut être également dans le règne animal, dont tous les êtres sont composés de tissus comme les végétaux.

» Dans les recherches faites jusqu'ici sur l'homme et les animaux, en employant l'agent électrique, on s'est attaché particulièrement aux effets de contraction sans se préoccuper des effets divers résultant du passage de l'électricité, même à très-faible tension, dans tous les organes, et cependant c'est là un point capital à étudier si l'on veut approfondir tous les effets physiques et chimiques produits, et en déduire des conséquences utiles aux applications de l'électricité à la médecine. On ignore par exemple, dans les contractions, quels sont les changements ou les modifications qui peuvent en résulter dans les tissus. On se borne à constater la résultante des effets produits sur l'organisme sans les analyser; ce sont des questions à étudier.

» En terminant nous ferons encore les réflexions suivantes : L'atmosphère et la terre sont constamment dans deux états électriques différents : la première possède un excès d'électricité positive, la seconde un excès d'électricité négative, et ces deux excès reforment du fluide naturel par l'intermédiaire des corps conducteurs qui se trouvent à la surface du sol, notamment des végétaux. Ce sont autant de décharges électriques qui doivent produire des effets sensibles sur les végétaux, surtout dans les temps orageux, où les nuages électrisés exercent une action puissante par influence, suivie souvent de décharges électriques; ces décharges produisent alors des effets qui sont excessivement exaltés dans les arbres foudroyés.

» Dans les expériences dont on a rapporté précédemment les résultats, on a foudroyé pour ainsi dire les diverses parties des végétaux avec des quantités d'électricité excessivement faibles comparées à celles qui produisent la foudre. Ces effets sont probablement les mêmes, à l'intensité près.

» Quant aux effets physiologiques produits par la foudre chez l'homme et les animaux, ce sont en général des lésions dans les organes et particulièrement dans le système vasculaire, par suite desquelles il y a épanchement du sang et d'autres liquides, qui occasionnent instantanément la mort, par suite de ces désordres ; en faisant passer de fortes décharges dans

les animaux, on reconnaît que le système nerveux est particulièrement affecté et même quelquefois complétement détruit. Dans les pesonnes foudroyées, on observe quelquefois un effet sembable.

» Les tissus animaux, soumis à l'action d'étincelles ou de faibles décharges électriques, doivent éprouver des effets qui ont de l'analogie avec ceux dont il est question, quoique à un moindre degré. Ce sont ces effets qu'il s'agit maintenant d'étudier. »

PHYSIQUE. — *Sur la congélation de l'eau; par* **M. Boussingault.**

« La force avec laquelle l'eau tend à se dilater pendant la congélation est considérable, puisqu'elle doit être égale à la pression qu'il faudrait exercer sur un morceau de glace pour en diminuer le volume de 0,08 (1); aussi cette force d'expansion est-elle capable de briser les enveloppes les plus résistantes; c'est ce qu'on a constaté depuis longtemps. Les académiciens de Florence, en exposant à un froid intense une sphère de cuivre remplie d'eau, en déterminèrent la rupture, bien que l'épaisseur du métal fût de $\frac{67}{100}$ de pouce. Hughens, en 1667, fit éclater en deux endroits, par l'effet de la congélation de l'eau, un canon de fer ayant *un doigt* d'épaisseur (2).

» Ces expériences sont devenues classiques. J'ai pensé qu'il y aurait un certain intérêt à les reproduire, en essayant de faire congeler l'eau dans un cylindre d'un métal doué d'une ténacité bien supérieure à celle du fer; un canon d'acier, par exemple, supportant, même sous de faibles épaisseurs de parois, une pression de plusieurs centaines d'atmosphères, dans les épreuves réglementaires que l'artillerie fait subir aux canons de fusils. En supposant que l'acier offrît une résistance suffisante, l'on devait alors constater si, conformément à la prévision théorique, l'eau enfermée dans le canon conserverait l'état liquide, malgré l'abaissement de la température, et cela par suite de l'obstacle opposé à la dilatation qui accompagne son refroidissement à partir de $+4^{\circ},1$.

» Un cylindre d'acier fondu et forgé de 46 centimètres a été foré jusqu'à une profondeur de 24 centimètres.

» Le diamètre intérieur était de $1^{c},3$; l'épaisseur des parois, 8 millimètres.

» Le bas du canon, en acier plein, avait une forme hexagonale, afin de pouvoir être saisi dans la mâchoire d'un étau.

---

(1) La densité de la glace étant 0,92.

(2) *Tubus ferreus, cujus crassities erat unus digitis, aquâ impletus et rite occlusus fuit; post* 12 *horas duobus in locis scissus est.* (Du Hamel, *Acad. reg.*, lib. I, § 2, cap. 1.)

» Le haut du canon, à partir de l'ouverture, portait un pas de vis sur lequel s'ajustait, comme un écrou, une pièce d'acier évidée, au fond de laquelle, pour assurer la fermeture, l'on plaçait une forte rondelle de plomb. Une bille d'acier placée dans l'intérieur, devait indiquer par sa mobilité ou par son immobilité, si l'eau contenue dans le canon était ou non solidifiée.

» La capacité du canon était d'environ 55 centimètres cubes.

» I. *Le* 26 *décembre* 1870, le canon d'acier, préalablement refroidi à + 4 degrés, a été rempli avec de l'eau distillée non bouillie, également à + 4 degrés. Après l'avoir fermé en vissant le couvercle à l'aide d'une clef à levier (c'est la partie la plus difficile de l'expérience), en retournant le canon, on entendait très-distinctement le tintement métallique produit par la chute de la bille d'acier.

» A 9 heures du matin, l'appareil fut exposé sur une terrasse; la température de l'air était de — 13 degrés. A midi (température — 12 degrés), l'on put s'assurer par le mouvement de la bille que l'eau était restée liquide. Jusqu'au soir l'air se maintint à — 9 degrés. L'eau conserva sa fluidité.

» *Le* 27 *décembre,* à 8 heures du matin, le thermomètre marquait — 24 degrés; la mobilité de la bille d'acier prouva que l'eau avait échappé à la congélation.

» *Le* 30 *décembre,* l'on procéda à l'ouverture du canon, la température étant de — 10 degrés. A peine eut-on commencé à dévisser le couvercle, que l'on vit surgir une légère végétation de givre. L'eau gela instantanément, aussitôt que la pression qu'elle supportait fut supprimée. En chauffant le canon de manière à détruire l'adhérence, l'on en retira un cylindre de glace d'une grande transparence. Dans l'axe de ce cylindre il y avait une rangée de très-petites bulles d'air.

» *Le* 2 *janvier* 1871, au soir, le canon fut rempli d'eau à + 4°2 et exposé sur la terrasse à un froid de — 13 degrés.

» *Le* 3 *janvier,* au matin, la température étant de — 18 degrés, l'eau n'était pas congelée; la bille d'acier se mouvait en toute liberté.

» A 11 heures, le couvercle du canon fut dévissé, l'air étant à — 10 degrés. La congélation eut lieu immédiatement; comme dans la première expérience, quelques petites bulles de gaz étaient disposées dans l'axe du cylindre de glace. Ainsi, dans un canon d'acier fondu, à paroi assez épaisse pour être considéré comme inextensible, l'eau introduite à + 4 degrés a, pendant plusieurs jours, conservé l'état liquide à de très-basses tempéra-

tures. La congélation a eu lieu aussitôt qu'on eut supprimé, en ouvrant le canon, l'obstacle qui s'opposait à la dilatation de l'eau refroidie. »

ZOOLOGIE. — *Note sur une nouvelle Salamandre gigantesque (Sieboldia Davidiana* Blanch.) *de la Chine occidentale; par* **M. ÉMILE BLANCHARD.**

« En 1829, Franz de Siebold fit une découverte qui excita vivement l'intérêt. Le célèbre explorateur du Japon avait trouvé un animal du type des Salamandres, dont les énormes proportions contrastent singulièrement avec celles des autres représentants du même groupe. La Salamandre du Japon, qui atteint une longueur d'un mètre à un mètre et demi, appelait la comparaison avec la fameuse Salamandre fossile des schistes d'Œningen, qui a été de la part de Cuvier l'objet d'une étude attentive. Dans ces dernières années, la Salamandre gigantesque du Japon, aujourd'hui considérée comme le type d'un genre particulier (*Sieboldia maxima*, — *Salamandra maxima* Schlegel), a été plusieurs fois apportée en Europe, et en ce moment, nous en avons au Muséum d'histoire naturelle deux individus vivants qui causent, sinon l'admiration, au moins la surprise des visiteurs de la Ménagerie. Jusqu'ici, on n'avait rencontré en aucune partie du monde une espèce analogue, et l'annonce de l'existence d'une Salamandre gigantesque dans les eaux des provinces occidentales de la Chine devait attirer l'attention des naturalistes (1). Un vague renseignement était peu de chose, mais, parmi les objets recueillis par M. l'abbé Armand David, après son départ du Thibet oriental (2), nous avons eu la dépouille du grand Batracien. Il importait de comparer la Salamandre de Chine à celle du Japon et de s'assurer si les deux animaux étaient ou de même espèce ou d'espèces différentes. La comparaison ne laisse guère subsister d'incertitude : la Salamandre rapportée par M. Armand David, très-voisine de la Salamandre découverte par Siebold, s'en distingue par quelques caractères fort apparents; elle a, sur la tête et sur la partie antérieure du corps, des tubercules moins confluents et disposés avec régularité, de manière à former des lignes et des dessins très-arrêtés. De la sorte, l'œil est comme encadré par une double rangée de tubercules, qui, du côté interne, devient anguleuse à la façon d'un V très-ouvert. Chez l'espèce du Japon, les tubercules ne pré-

---

(1) Dans un travail intitulé : *Les récentes explorations de la Chine*, nous avons rapporté les indications qui nous avaient été transmises par M. l'abbé David.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 807.

sentent au contraire qu'un arrangement confus. L'espèce de Chine nous paraît avoir aussi les doigts des quatre membres un peu plus longs, et nous croyons que la couleur générale du corps est plus noire, mais l'état de conservation imparfait du seul individu que nous possédons nous empêche d'insister sur plusieurs détails. Nous donnons à la grande Salamandre de la Chine occidentale le nom de *Sieboldia Davidiana,* qui une fois de plus rappellera le souvenir de l'admirable explorateur de la Chine, de la Mongolie et du Thibet. La gigantesque Salamandre vit sur les frontières du Céleste-Empire dans des eaux claires et limpides qui descendent des montagnes du Khou-Kou-noor; elle acquiert, paraît-il, des dimensions énormes ; l'abbé David rapporte qu'on en prend des individus dont le poids est de 25 à 30 kilogrammes. On comprend que de pareils animaux sont pour les habitants du pays une précieuse ressource alimentaire.

» La découverte d'espèces aussi remarquables que les grandes Salamandres du Japon et de la Chine est d'un haut intérêt pour la zoologie, mais elle a encore une autre portée. La faune du Japon offre de grandes ressemblances avec les faunes européennes, et si l'on se souvient que la Salamandre des schistes d'Œningen a été trouvée avec des restes de poissons qui ne diffèrent pas des espèces actuellement vivantes dans nos lacs et dans nos rivières, on peut supposer que le grand Batracien qui vécut autrefois dans les eaux de l'Europe centrale est celui-là même qui vit encore au Japon, et l'on voudrait posséder des matériaux suffisants pour être en état de résoudre la question.

» On sait qu'une foule de végétaux et d'animaux se rencontrent également au Japon et dans le nord de la Chine. Le rapport des flores et des faunes conduit à présumer que des terres maintenant séparées ont été unies à une époque plus ou moins ancienne. En s'appuyant sur les faits zoologiques, il est difficile encore cependant d'adopter une telle opinion à l'égard des îles japonaises. Plusieurs types trouvés au Japon n'ont jamais été observés dans la Chine orientale. La grande Salamandre de Siebold en est un exemple, et il faut remarquer que l'espèce voisine récemment découverte n'habite que la Chine occidentale. Au Japon seulement, on a rencontré les espèces d'un des plus singuliers genres d'insectes carnassiers, le genre *Damaster*, et ce qui mérite d'être noté, dans chacune des grandes îles de l'Archipel, on a pris une espèce particulière de ce genre. Le moment n'est pas venu d'apprécier d'une manière complète l'ensemble des relations qui existent entre les îles japonaises et le continent : une connaissance nous fait défaut, celle des productions naturelles de la Corée. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur les formes cristallines de la nadorite;* *par* **M. Des Cloizeaux.**

« Le nouveau minéral décrit par M. Flajolot (1), sous le nom de *nadorite*, se trouve en cristaux tabulaires dont les côtés ont une longueur variant de 5 à 10 millimètres environ, et qui sont généralement implantés par un de ces côtés dans les géodes d'une calamine compacte, des environs de Bone, en Algérie.

» D'après les analyses de MM. Pisani et Flajolot (2), la nadorite peut être regardée comme une *mendipite* antimonifère, car sa formule, mise sous la forme $(Sb^2O^3PbO) + PbCl$, ne diffère de celle de la mendipite, $2PbO + PbCl$, que par un équivalent d'oxyde d'antimoine substitué à un équivalent d'oxyde de plomb.

» La plupart des cristaux de nadorite se présentent en tables rectangulaires très-minces, biselées sur leurs arêtes; cependant un examen attentif montre qu'en général l'un des côtés du rectangle est remplacé par une facette plus ou moins large, tandis que l'autre côté résulte toujours de l'intersection de deux plans faisant entre eux un angle plus ou moins aigu. Ces cristaux appartiennent au système rhombique. La forme primitive à laquelle on peut les rapporter est un prisme rhomboïdal droit de 132°51'. Il existe un clivage très-net et très-facile, parallèlement au plan qui passe par la grande diagonale des bases de ce prisme, et il paraît en exister un autre, plus difficile, suivant la modification $g^{\frac{3}{2}}$.

» Les combinaisons de formes que j'ai observées jusqu'ici sont : $h^{\frac{8}{3}} a^1 a^{\frac{1}{2}}$; $m h^{\frac{8}{3}} p a^1 a^{\frac{1}{2}} x$; $m h^{\frac{8}{3}} h^{17} p a^2 a^1 a^{\frac{1}{2}} x$; $m h^6 g^{\frac{3}{2}}$; $h^1 g^{\frac{3}{2}}$ (3).

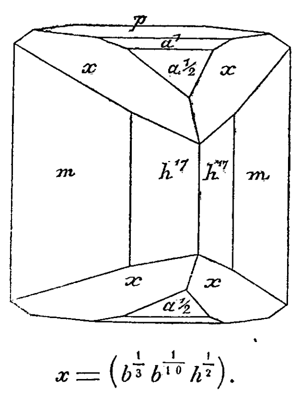
» Les faces h^{17} et a^2 sont étroites; p et a^1 sont unies; m, h^6, $h^{\frac{8}{3}}$ et $a^{\frac{1}{2}}$ sont larges, mais souvent arrondies et un peu ternes; $g^{\frac{3}{2}}$, ordinairement striée verticalement, est quelquefois unie et éclatante; $x = \left(b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{10}} h^{\frac{1}{2}}\right)$ se présente, entre m et $a^{\frac{1}{2}}$, comme une bordure allongée, non comprise dans

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 237, séance du 18 juillet 1870.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 319, séance du 1er août 1870, et p. 406, séance du 5 septembre 1870.

(3) La face h^1 est rare; en général, elle n'existe qu'à l'état de clivage très-éclatant et très-net.

la zone de ces deux faces; elle est, en général, asssz développée, mais un peu ronde. La figure ci-dessous donne une idée de l'aspect général des cristaux.



$$x = \left(b^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{10}}\, h^{\frac{1}{2}}\right).$$

» Le tableau suivant offre les dimensions de la forme primitive et les incidences calculées, comparées aux incidences mesurées directement.

$b : h :: 1000 : 356{,}968 \quad D = 916{,}537 \quad d = 399{,}949.$

Calculé.	Observé.
$m\,m$ en avant $= 132°51'$	»
* $m\,m$ de côté $= 47°9'$	$47°9'$ net
$m\,h^1$ adjac. $= 156°25'30''$	$156°27'$ moyenne
$m\,h^1$ sur $m = 23°34'30''$	$23°15'$
$h^1 h^{\frac{8}{3}}$ adjac. $= 168°47'$	$168°40'$
$h^1 h^{\frac{8}{3}}$ sur $h^{\frac{8}{3}} = 11°13'$	$11°0'$
$h^1 h^6$ adjac. $= 162°41'$	$162°46'$ moyenne
$h^6 m$ adjac. $= 173°44'$	$175°$ environ
$h^1 h^{17}$ adjac. $= 158°48'$	$158°51'$ moyenne
$h^1 h^{17}$ sur $h^{17} = 21°12'$	$21°13'$ à $20'$
$h^{\frac{8}{3}} h^{17}$ adjac. $= 170°1'$	$170°0'$
$h^{17} h^{17}$ de côté $= 42°24'$	$42°15'$ moyenne
$h^1 g^{\frac{3}{2}}$ adjac. $= 114°37'$	$114°28'$ net
$h^1 g^{\frac{3}{2}}$ sur $g^{\frac{3}{2}} = 65°23'$	$65°27'$ moyenne
$m\,g^{\frac{3}{2}}$ adjac. $= 138°11'30''$	$138°22'$
$m\,g^{\frac{3}{2}}$ sur $g^{\frac{3}{2}} = 88°57'30''$	$88°50'$
$g^{\frac{3}{2}} g^{\frac{3}{2}}$ de côté $= 130°46'$	$130°28'$
$p\,a^2 = 155°57'$	$156°27'$ moyenne
$a^2 h^1 = 114°3'$	»
* $p\,a^1 = 138°15'$	$138°15'$ moyenne

Calculé.	Observé.
$a^1 h^1 = 131°45'$	$132°0'$
$p\, a^{\frac{1}{2}} = 119°15'30''$	$118°52'$ à $119°15'$
$a^{\frac{1}{2}} h^1 = 150°44'30''$	$150°30'$
$a^1 a^{\frac{1}{2}} = 161°0'30''$	$160°10'$ environ
$a^{\frac{1}{2}} a^{\frac{1}{2}}$ sur $p = 58°31'$	»
$p\, x = 108°33'$	$108°25'$ à $45'$
$m\, a^1 = 127°37'$	$127°35'$ moyenne
$m\, a^{\frac{1}{2}} = 143°6'$	$144°$ environ
$m\, x = 158°51'$	$158°20'$ à $159°$
$x\, x$ de côté $= 45°17'30''$	$45°20'$

$$x = \left(b^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{10}}\, h^{\frac{1}{2}}\right).$$

» Les hyperboles qui se manifestent dans les lames de clivage parallèles à h^1, à l'aide du micoscope polarisant éclairé par la lampe monochromatique au sodium, prouvent que le plan des axes optiques coïncide avec h^1; mais les cristaux mis jusqu'à ce jour à ma disposition par notre éminent confrère le directeur de l'École des Mines sont tous très-aplatis suivant la direction de cette face, et lorsqu'on cherche à les travailler transversalement, ils se fendillent avec une grande facilité dans le sens du clivage facile. Il ne m'a donc pas encore été possible d'obtenir des lames, normales au plan des axes optiques, assez transparentes pour laisser voir les anneaux colorés propres à faire reconnaître le signe et la direction de la bissectrice de l'angle aigu que ces axes font entre eux. Il faut espérer que si l'exploitation du gîte calaminaire de Hamman-Nbaïl-Nador, maintenant abandonnée, est reprise quelque jour, on y découvrira de nouveaux cristaux de nadorite qui se prêteront mieux que les premiers à une étude complète de leurs propriétés optiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur des papiers incinérés, provenant de l'incendie du Ministère des Finances; par* **M. E. CHEVREUL.**

« Le produit que je mets sous les yeux de l'Académie ressemble plus à une matière minérale qu'à une matière d'origine organique, c'est-à-dire qu'au papier d'où elle provient. Elle est en réalité la cendre du papier que l'on fabrique aujourd'hui en mêlant à du chiffon lavé et très-divisé beaucoup de matière minérale.

» Tout le monde sait que le papier ne peut servir à l'écriture ordinaire

qu'à la condition de n'être pas perméable à l'eau, ou, en termes vulgaires, de n'être pas *buvard*. Or, pour qu'il ne le soit pas, *il faut le coller*.

» Lorsqu'on fabrique le papier à écrire par l'ancien procédé, c'est-à-dire *à la main* ou *à la forme*, on plonge les feuilles de papier, convenablement séchées, par poignée, dans 100 parties d'eau tenant de 6 à 8 parties de gélatine et de 2 à 3 parties d'alun. Quand elles ont pris de cette eau uniformément, on les retire du bain, on étend chacune d'elles séparément sur des cordes tendues, où la dessiccation doit se faire également sur toutes les parties. La gélatine alunée se concentre, sur les deux surfaces de la feuille, en une couche mince, après l'évaporation de l'eau qui l'avait dissoute; c'est cette couche qui retient l'encre à la surface du papier en l'empêchant de la *boire*.

» Dans le papier fait par le nouveau procédé, on ajoute, à la pâte de papier délayée dans la *pile* et en mouvement, une eau bouillante tenant à la fois de la fécule et du résinate de soude. Quand ce liquide est mélangé intimement et également avec la pâte, on y verse une solution d'alun capable de décomposer le résinate de soude. Il se produit du résinate d'alumine insoluble, qui s'ajoute, avec l'amidon, à la pâte du papier; et c'est le mélange, aussi homogène que possible, du tout, qui constitue la *matière du papier*.

» La grande différence de ce papier d'avec le papier *à la main* tient à la matière qui remplace la gélatine du dernier; car elle est en partie minérale et en partie formée d'une matière organique résineuse, insoluble dans l'eau, et d'une matière amylacée, plus rapprochée que la première de la gélatine par la manière dont elle se comporte avec l'eau.

» Quoi qu'il en soit, la colle du papier nouveau est répartie dans toute l'épaisseur du papier; dès lors, même quand on vient à en gratter la surface, il ne cesse pas d'être propre à recevoir l'encre à écrire, différence qui le distingue du papier collé à la gélatine.

» Le résinate d'alumine, si différent de la nature et de la structure de la fibre ligneuse constituant la pâte du papier, exige donc, pour que le mélange soit uniforme, une division de cette fibre au détriment de la solidité du papier qui en provient; et cela explique pourquoi il ne se prête point au *pliage*, comme le fait le papier à la forme, dont les fibres sont plus ou moins longues, et dont la couche de gélatine qui en colle la surface est très-mince et d'ailleurs naturellement flexible.

» Si nous disons qu'on ajoute trop souvent au papier produit par le nouveau procédé, au moment du collage, du sulfate de chaux, du sulfate

de baryte ou du kaolin, on verra combien l'infériorité de ce papier sera encore augmentée, et l'on s'expliquera la quantité de cendre qu'a laissée le papier que l'Académie a sous les yeux.

» Si beaucoup de papiers sont destinés à disparaître, la société est intéressée à ne pas faire usage, pour des écritures qu'elle veut conserver, de papiers trop chargés de matières minérales. Il est à désirer que les administrations ne reçoivent le papier ordinaire qu'à la condition que la cendre qu'il laissera ne dépassera pas une certaine limite. Il est entendu qu'il ne s'agit pas du papier dit *timbré*, qui a toujours été préparé par l'ancien procédé.

» Enfin, c'est la différence de l'encollage du papier collé à la gélatine d'avec le papier collé au résinate d'alumine qui explique pourquoi on peut écrire sur le premier avec une encre indélébile, formée d'encre de Chine délayée dans de l'acide chlorhydrique à 1 degré de l'aréomètre, tandis qu'avec le second il faut délayer l'encre de Chine dans de l'eau de soude à 1 degré, par la raison que l'encre acidulée ne pénétrerait pas convenablement dans l'intérieur de la pâte, comme le fait l'encre alcalisée. Cette pénétration est une condition pour l'*indélébilité* de l'encre. »

M. A. de la Rive fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire qu'il a communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 2 juin 1870, et qui a pour titre « Recherches sur la polarisation rotatoire magnétique des liquides ». Ce Mémoire est extrait des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève* (juillet 1870).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui doit remplir, dans la Section de Géométrie, la place laissée vacante par le décès de M. *Lamé*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Puiseux obtient...... 49 suffrages.

M. Puiseux, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Chef du pouvoir exécutif.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission qui sera chargée de juger le concours pour le prix Fourneyron, en 1871.

MM. Combes, Morin, Phillips, de Saint-Venant, Dupin réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Delaunay et Séguier.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Maurice Lévy, *relatif aux équations générales des mouvements intérieurs des corps solides ductiles, au delà des limites où l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état.*

(Commissaires : MM. Combes, Serret, Bonnet, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« Lorsqu'un corps solide est soumis à des forces extérieures, il réagit d'abord contre elles en vertu de son élasticité; puis, ensuite, s'il est ductile et si ses parties sont empêchées de se séparer les unes des autres, il cède à l'action de forces plus énergiques, et éprouve, comme un fluide, une suite de déformations permanentes telles que celles qui resultent du laminage, de l'étirage, du pétrissage ou de l'emboutissage, en opposant toujours, à la continuation de ces mouvements et modifications, des résistances que les forces extérieures sont obligées à chaque instant de surmonter.

» Les lois de ces modifications, qui ont lieu et qui se continuent au delà des limites où l'élasticité pourrait rétablir les corps à leur premier état, ont été étudiées expérimentalement par M. Tresca en 1864-1867 dans plusieurs Mémoires sur l'*écoulement* des solides tels que le plomb, etc., par les orifices des vases où il les renfermait et où il leur faisait éprouver de fortes pressions. Et, plus tard, en 1869, dans un Mémoire important, également approuvé par l'Académie (1), et relatif au *poinçonnage* des métaux, il a non-seulement étudié la marche des mouvements moléculaires dans leurs blocs, mais aussi, passant du point de vue cinématique au point de vue mécanique, il a mesuré les efforts produisant des effets déterminés, et il a été assez heureux pour déterminer la loi générale de la résistance à ces sortes de mouvements intérieurs ou de déformation qui se continuent. Cette résistance est, comme il l'a montré, une force *constante*, ou indépendante

(1) Le 14 février 1870 : *Comptes rendus*, t. LXX, p. 288.

des déformations déjà éprouvées, même l'instant d'avant quand les mouvements s'exécutent avec lenteur; et elle est d'égale intensité, par unité superficielle, pour la compression ou la dilatation et pour le glissement ou cisaillement; égalité que l'un de nous a vérifiée théoriquement (1) en considérant que toute compression ou dilatation dans une certaine direction est nécessairement accompagnée de glissements relatifs sur des faces qui lui sont obliques. M. Tresca a confirmé, par des expériences variées, cette constance de la résistance, soit à la compression, soit au glissement ou au cisaillement, en faisant, sur la loi partiellement observée des mouvements, quelques hypothèses, et en égalant le *travail* intérieur de la résistance supposée à celui des pressions extérieures exercées et mesurées; ce qui l'a mis à même d'assigner, pour divers métaux, la valeur du coefficient spécifique, appelé K, de la résistance en question.

» Pour fonder la théorie des mouvements intérieurs ainsi considérés dans les solides, il restait à mettre en œuvre cette loi simple, à l'effet d'établir des équations analogues à celles du mouvement des fluides, et capables de fournir les grandeurs des déplacements moléculaires intérieurs produits à chaque instant par des forces extérieures données. C'est encore ce qu'a tenté l'un de vos Commissaires, dans une Communication faite à l'Académie en 1870 (2). Il s'y est borné au cas le plus simple, où il suffit de considérer deux des trois dimensions du bloc et deux des coordonnées de ses divers points en abstrayant la troisième. Les équations sont au nombre de cinq, comme les inconnues, qui consistent : 1° dans les deux composantes de la vitesse de déplacement d'un point quelconque parallèlement aux coordonnées; 2° dans les deux composantes normales et dans la composante tangentielle des pressions intérieures sur l'unité superficielle de deux petites faces perpendiculaires respectivement aux coordonnées et passant par le même point quelconque. Deux de ces cinq équations expriment simplement l'équilibre de translation, en deux sens parallèles aux coordonnées, d'un élément parallélépipède, sous l'action de pressions intérieures et de forces extérieures (telles que la pesanteur) en y joignant les forces d'inertie, ordinairement faibles, et négligeables dans ces sortes de mouvements supposés très-lents. La troisième équation, particulière à la question, énonce analytiquement la loi mise en lumière par M. Tresca; elle exprime, en effet, qu'en chaque point, sur l'unité superficielle de la face intérieure parallèle-

---

(1) *Comptes rendus*, 21 février 1870, t. LXX, p. 368.
(2) *Comptes rendus*, 7 mars 1870, p. 473.

ment à laquelle la vitesse de glissement relatif des couches est la plus grande possible, la résistance à ce glissement, ou la composante tangentielle de pression, est égale à la quantité constante ou résistance au cisaillemen K, particulière à la matière dont il s'agit. La quatrième équation, toute de cinématique, est celle qui est dite *de continuité*, énonçant que le volume ou la densité de la matière ne change pas. Enfin la cinquième exprime que sur les faces et dans les directions où la vitesse de glissement est nulle, la composante tangentielle est nulle aussi, ce qui doit être supposé, car la partie des pressions intérieures dues à l'élasticité conservée, et pouvant s'exercer dans des directions où il n'y a pas de mouvement relatif actuel, agit tantôt dans un sens, tantôt dans le sens opposé, ou oscille autour de zéro ; et, d'ailleurs, elle est toujours faible en comparaison de celle qui est incessamment provoquée par les mouvements.

» Mais il fallait établir les mêmes équations pour le cas général où il y a trois dimensions à considérer, et spécialement lorsque tout est symétrique autour d'un axe vertical, ce qui est le cas des expériences de M. Tresca.

» M. Lévy a fait avec bonheur ce double et complet établissement d'équations, dans le Mémoire dont nous avons à vous rendre compte.

» Il y avait, pour le cas le plus général, neuf équations à établir, car il y a six composantes de pression et trois composantes de vitesse inconnues; et il fallait six équations dans le cas de symétrie autour d'un axe, car ce cas offre, outre les cinq inconnues ci-dessus du cas de deux dimensions, une pression de plus à déterminer sans pouvoir l'omettre, savoir celle qui agit sur les plans méridiens.

» La difficulté principale pour le cas général était d'exprimer la condition d'égalité, à une constante K, de la résistance au glissement sur la face où le glissement est le plus fort en chaque point. La détermination de cette face dépend en effet de la résolution de l'équation du troisième degré, dont les racines donnent les intensités de ce que Cauchy a appelé les *trois pressions* principales, qui sont normales aux faces sur lesquelles elles agissent. M. Lévy a surmonté cette difficulté et a su se dispenser de résoudre l'équation du troisième degré en question, en faisant un ingénieux usage de l'*équation aux carrés des différences* de ses trois racines. On sait en effet que la plus grande des composantes tangentielles de pression, en un point quelconque, s'exerce sur un plan bissecteur de ceux de la plus grande et de la plus petite de ces trois presions normales, et est égale en intensité à la demi-différence de ces deux pressions dites *principales;* si donc, dans l'équation aux carrés des différences des racines de celle qui donne les trois pressions principales, on

met, à la place de l'inconnue, le carré du double du coefficient K de résistance au cisaillement, donné par l'expérience pour la matière dont on s'occupe, l'on aura exprimé la condition caractéristique du mouvement considéré.

» C'est la quatrième des équations entre les six composantes de pression, les trois premières étant fournies par l'équilibre de translation, dans les trois sens, d'un élément parallélépipède.

» La cinquième équation n'a lieu qu'entre les trois autres inconnues, qui sont les vitesses d'un point quelconque dans le sens des coordonnées. C'est l'équation de continuité, ou de conservation de la densité et du volume de la matière, conformément à ce qu'ont indiqué toutes les expériences.

» Les quatre dernières équations ont lieu à la fois entre les mêmes trois vitesses ou leurs dérivées premières, et les six composantes de pression. Elles expriment qu'en chaque point il y a un même rapport entre chaque composante tangentielle et la vitesse de glissement de même direction sur la même face, qu'entre la différence de deux composante normales rectangulaires l'une à l'autre et le double de la différence des vitesses d'extension de mêmes directions. Cela résulte, analytiquement, comme depuis longtemps on l'a remarqué pour les fluides (*), de la supposition ci-dessus, que la composante tangentielle est nulle sur chaque face dans la direction où la vitesse de glissement est nulle.

» Ces quatre équations ne sont, du reste, autre chose que ce qui résulte immédiatement des six que Cauchy et Poisson ont données comme fournissant les valeurs des composantes de pression dans les fluides, en éliminant entre elles, par de simples soustractions, la pression normale inconnue, et ensuite, par de simples divisions, le coefficient dit *de frottement intérieur du fluide,* ou le rapport des composantes tangentielles aux vitesses de glissement; coefficient ou rapport supposé constant par ces illustres géomètres, comme il l'avait été par Navier, mais qui, dans la masse solide ductile en mouvement dont il s'agit ici, varie nécessairement d'un point à l'autre, vu que le plus grand glissement, qui doit en chaque point répondre à la composante tangentielle constante K, est nécessairement différent aux différents points à chaque instant.

(*) *Comptes rendus*, 27 novembre 1843, t. XVII, p. 1243, *Note sur la dynamique des fluides*.

» En supposant nulles les dérivées tant des pressions que des vitesses par rapport à une des trois coordonnées, y par exemple, et nulles aussi la vitesse et les composantes tangentielles de pression dans le sens de cette coordonnée, M. Lévy revient, comme cas particulier, aux cinq équations à deux coordonnées de la Note citée du 7 mars; mais avec une équation de plus, dont on n'a pas toujours besoin, il est vrai, mais qui était cependant essentielle à établir. C'est celle qui donne la composante normale de pression, dans le sens de la coordonnée qu'on supprimait, et que M. Lévy prouve être constamment égale à la demi-somme des composantes normales des deux autres directions.

» Pour passer du cas général au cas particulier le plus important, que nous avons dit être celui où tout est symétrique autour d'un axe, soit celui des z supposé vertical, M. Lévy n'a plus qu'à changer les coordonnées rectangles en coordonnées semi-polaires. Et l'angle d'azimut n'a pas besoin d'y figurer, puisque toutes les inconnues sont indépendantes de sa grandeur, ou les mêmes sur tous les plans méridiens pour des points ayant la même coordonnée z et la même distance r à l'axe de symétrie. Aussi il obtient six équations très-simples, dont une entre deux des trois composantes normales et la composante tangentielle unique de pression à considérer, deux entre ces quatre composantes, la vitesse verticale et la vitesse suivant le rayon vecteur, une entre ces deux vitesses seulement, et les deux dernières entre les vitesses et les deux rapports mutuels de la composante tangentielle de pression aux deux excès de l'une des composantes normales sur les deux autres.

» Dans l'une des équations, soit du cas le plus général, soit des deux cas d'égalité suivant une coordonnée et de symétrie autour d'un axe, les composantes inconnues des pressions se trouvent engagées à un degré supérieur au premier; d'où il suit que, pour les déterminer, il faudrait intégrer une équation aux dérivées partielles du second ordre et de ce même degré supérieur, ce qu'on ne sait point faire. Le problème des mouvements et de la répartition des effets dans toute la masse ductile pétrie, poinçonnée ou emboutie, etc., n'est donc pas résoluble analytiquement d'une manière générale, bien qu'une remarque judicieuse de M. Lévy lui ait permis de simplifier considérablement les deux ou trois équations exprimant l'équilibre entre les composantes de pression sur un élément, en remplaçant par zéro leurs seconds membres contenant les dérivées des vitesses : ce qui est permis, puisqu'il n'est question que de mouvements supposés extrêmement lents, où l'inertie de la matière ne joue qu'un rôle négligeable; d'où il suit

que les équations entre ces composantes peuvent être traitées comme étant de pure statique (*).

» Nous ne le suivrons pas dans l'essai qu'il fait d'y suppléer approximativement dans un cas simple, en s'aidant d'une hypothèse de cinématique qui lui permet d'obtenir les vitesses en tous les points, et de déduire de là les forces intérieures qui se trouvent en jeu partout dans l'intérieur du bloc ductile en mouvement.

» Quels que soient les résultats à obtenir un jour de ces sortes de procédés ou d'expédients tendant à trouver des approximations à défaut d'une exactitude que refuse l'analyse dans son état actuel, on peut dire que la branche nouvelle de mécanique pour laquelle l'un de nous a hasardé, sans le préconiser comme le meilleur, le terme d'*hydrostéréodynamique*, a été menée à un état plus avancé par le Mémoire de M. Lévy, dans lequel, pour le cas le plus général et aussi pour le cas important de symétrie semi-polaire, se trouve posé nettement et complétement en équation son problème, qui ne l'avait encore été que dans le cas fort restreint du mouvement par plans parallèles.

» Nous proposons donc à l'Académie d'approuver ce Mémoire, et d'en ordonner l'insertion au *Recueil des Savants étrangers.* »

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Mémoire sur les marées fluviales; par* **M. Partiot.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Pâris, de Saint-Venant, Phillips.)

« M. Partiot a présenté le 25 octobre 1858 un *Mémoire sur le mascaret* qui a paru en 1861 aux *Annales des Ponts et Chaussées*, et il a publié, aussi en 1861, des *Études sur le mouvement des marées dans la partie maritime des fleuves*, avec un grand nombre de planches, donnant pour la Seine, la Loire et la Gironde : 1° les *profils momentanés* des eaux à différentes heures; 2° les *courbes locales*, dont les abscisses sont les temps, et les ordonnées les hau-

(*) La Note citée du 7 mars 1870 indique (p. 480) d'autres termes à ajouter à ces mêmes équations lorsque les vitesses sont assez sensibles pour pouvoir engendrer, comme dans les fluides, d'autres composantes tangentielles de pression que celles qui résultent de la cohésion ou de la *viscosité* K; composantes ou frottements intérieurs qui s'exercent dans les fluides en mouvement, même non visqueux.

teurs d'eau : courbes qui se déduisent, pour chaque lieu, des profils momentanés relatifs aux diverses heures; 3° les lieux géométriques des pleines mers et ceux des basses mers, résultant de hauteurs relevées en des jours déterminés.

» Dans le Mémoire aujourd'hui présenté, M. Partiot cherche à expliquer et à relier ensemble, par une théorie, ces faits nombreux, dans la vue surtout d'arriver à prévoir quelle influence les recreusements opérés dans le lit des fleuves pourront avoir sur la hauteur des marées remontant leur cours, et d'augmenter ainsi par ces travaux, dans l'exécution desquels on aura pris pour auxiliaire la puissante action du jusant ou reflux, le tirant d'eau des bâtiments destinés à aborder à des ports continentaux, tels que Rouen, Bordeaux ou Nantes.

» Pour cela, il rappelle d'abord la formule approximative suivante de Laplace, où y représente, à l'embouchure du fleuve, la hauteur des eaux à un instant marqué par le temps τ écoulé depuis la basse mer, où h et $h+\mathrm{H}$ sont les valeurs de y à la basse mer et à la pleine mer, et T est le temps (environ 12 heures) d'une marée :

$$(1) \qquad y = h + \frac{\mathrm{H}}{2}\left(1 - \cos 2\pi \frac{\tau}{\mathrm{T}}\right) = h + \mathrm{H}\sin^2 \frac{\pi\tau}{\mathrm{T}};$$

puis, en remplaçant d'abord abstractivement ce fleuve par un canal horizontal dont l'eau est stagnante au moment d'une basse mer, il remarque (comme avait déjà fait M. Bazin dans son explication du mascaret) que, si l'on suppose qu'à l'embouchure la mer s'élève par saccades, le premier des flots ou la première des petites couches qu'elle enverra dans le canal s'y propagera, suivant une formule connue de Lagrange, vérifiée expérimentalement par Scott Russell et par M. Bazin, avec une vitesse

$$(2) \qquad v = \sqrt{gh}.$$

Les petites intumescences subséquentes se propageront en se superposant à l'eau fournie par celles qui ont précédé, et avec une vitesse crosisante

$$(3) \qquad v = m\sqrt{gy} + u;$$

y désignant la hauteur actuelle de l'eau au-dessus du fond, et u la vitesse, beaucoup moindre que v, qui aura été communiquée à toute l'eau inférieure jusqu'au fond du canal par les précédentes introductions; enfin m représentant un coefficient numérique destiné à tenir compte des effets encore peu connus des frottements, etc.

» L'ensemble des extrémités de ces diverses intumescences superposées,

pour un instant donné, marqué par le temps t quelconque, formera une courbe dont l'équation, en prenant pour axe des abscisses horizontales x le fond du canal, est

$$(4) \qquad x = (t' - \tau)(m\sqrt{gy} + u);$$

ou, en remplaçant τ, qui marque l'instant où chaque intumescence est partie de l'embouchure, par sa valeur en y tirée de l'équation sinusoïdale (1) de l'ascension de la marée à ce même endroit,

$$(5) \qquad x = \left(t - \frac{T}{\pi} \text{ arc sin} \sqrt{\frac{y-h}{H}}\right)(m\sqrt{gy} + u).$$

» Et cette courbe donne, à l'instant que marque le temps t, le *profil momentané* des eaux dans le canal. Le temps t doit être considéré comme une constante dans l'équation (5), et l'on pourra tracer autant de courbes qu'on prendra de valeurs arbitraires pour t.

» M. Partiot construit d'abord, de cette manière, pour un canal d'une profondeur d'eau primitive $h = 3^{m},25$, et pour une marée d'une hauteur $H = 5^{m},50$, la suite des profils instantanés *d'heure en heure*, depuis l'heure $t = 0$ de la basse mer jusqu'à celle $t = 6^{h}$ de la haute mer.

» Il prend, pour cela, m égal à un nombre peu différent de 1, déduit de quelques observations, mais il fait $u = 0$, car il regarde la détermination de u, en ayant égard aux frottements, comme dépendant d'une équation différentielle compliquée; en sorte qu'il abstrait, dans une première étude, ce qui vient de cette vitesse u, successivement acquise par les eaux du canal recevant les intumescences que la mer lui envoie par sous-pression.

» L'instant de la pleine mer arrivé, le *jusant* ou reflux commence. La mer *envoie* non plus des intumescences, mais des *dépressions* ou ondes négatives. Elles se propagent toujours avec des vitesses exprimées par (3) $v = m\sqrt{gy} + u$. Les *profils instantanés,* alors de sens opposé, sont toujours représentés par l'équation (5), pour chaque valeur du temps t supérieur à 6 heures $= \frac{T}{2}$.

» Lorsqu'on est arrivé à une nouvelle heure de basse mer, c'est-à-dire à $t = T = 12$ heures environ, un nouveau flot s'élève à l'embouchure et engendre dans le canal une nouvelle courbe de profil, pareille à ce qu'était la première; et celle-ci, devenue complète ou formée d'une partie positive et d'une partie négative, continue en même temps d'avancer dans le canal en se déformant suivant la même loi, que l'équation (5) exprime; de

sorte que cette équation représente une courbe sinueuse, lorsque t est arrivé à excéder plusieurs fois douze heures.

» Les spires ou évolutions successives de cette courbe diffèrent de plus en plus de la sinusoïde symétrique de l'embouchure, que représenterait l'équation (1). Elles s'inclinent de plus en plus sur la verticale, ce qui est conforme à l'observation.

» Bientôt, et quelquefois dès la première spire, cette courbe théorique *surplombe,* ou acquiert une tangente verticale du côté positif ou antérieur. En effet, comme $v = m\sqrt{gy}$ augmente avec la profondeur y, chaque intumescence partielle *gagne de vitesse* sur les précédentes auxquelles elle s'est superposée, et son extrémité finit par dépasser les extrémités de celles-ci.

» De là un déferlement; et cette construction graphique donne ainsi une explication, désormais complète, du mascaret. Ce phénomène aurait lieu nécessairement dans tout canal suffisamment long. Il se produit d'autant plus tôt que la profondeur d'eau h à basse mer est moindre dans le canal et que la marée H est plus élevée, ce qui a lieu au plus haut degré lorsque les vives eaux sont à une époque d'étiage.

» La formule $v = m\sqrt{gy + u}$ s'appliquerait de même à beaucoup d'autres phénomènes que celui des marées fluviales. En effet, toute *crue* d'une rivière se propage en vertu de ce que cette formule exprime.

» Et, dans les torrents supposés primitivement à sec, l'onde ainsi propagée présente un caractère particulier. La pluie supposée tombée abondamment dans la partie supérieure de leurs bassins y élève l'eau très-rapidement. La vitesse de l'eau qui coule sur le fond dans la première période de cette pluie est bientôt dépassée par les vitesses des couches d'eau survenues et qui s'y superposent. Il se produit alors un déferlement en tête de la masse d'eau descendant vers la plaine. C'est ainsi que le lit d'un torrent ou d'un ravin est parfois instantanément rempli par un flot d'eau précédé d'un violent mascaret, brisant et entraînant tout.

» M. Partiot, dans une dernière partie, évalue ce qui peut résulter du rétablissement de la vitesse u qu'il a abstraite, et à laquelle il donne le double signe $\pm$, en considérant désormais, au lieu d'un canal horizontal, un fleuve dont l'apport donne aux eaux une vitesse de sens opposé aux ondes que la mer y introduit. Il substitue, au plan de pente du fond du fleuve, une suite de gradins sur lesquels les diverses lames se propageraient horizontalement; et, en donnant diverses valeurs au coefficient m, il obtient des résultats s'accordant assez avec les faits.

» Il termine en indiquant un procédé pour calculer la largeur à donner au lit du fleuve, resserré par des digues submersibles en pierres perdues (comme celles de la basse Seine), afin de lui faire prendre un recreusement déterminé, par le moyen des chasses naturelles dues aux jusants. Ce procédé est fondé sur la connaissance, qu'on est supposé avoir d'avance, pour le fleuve à améliorer, de la vitesse de courant qui correspond à l'équilibre mobile du fond du lit, et au delà de laquelle il y a érosion ou recreusement. Le produit de cette vitesse par la profondeur moyenne de l'eau de jusant, puis par le temps d'une marée et par la largeur (qui est l'inconnue qu'on cherche), égalerait justement le volume d'eau introduit par une marée, si le jusant s'écoulait uniformément. Vu la variabilité de son écoulement, et vu la variabilité aussi du volume d'eau quand on remonte le fleuve, cette équation unique doit être remplacée par plusieurs autres, dont chacune fournit à M. Partiot une valeur de la largeur, qui est à substituer dans l'équation suivante. Il arrive ainsi de proche en proche à la suite des résultats désirés.

» Le recreusement, ainsi obtenu, d'une partie du fleuve, produit deux résultats, celui d'augmenter le tirant d'eau des navires dans l'endroit où il a été opéré, et celui d'accroître, dans la proportion approchée de la racine carrée de la profondeur, la vitesse de propagation du flot en cet endroit, et, par suite, de prolonger plus en amont le haut mouillage désiré.

» Il en donne, avec détail, un exemple pratique, relatif à la basse Loire. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches chimiques sur la betterave.* 5e Mémoire : *Répartition des matières minérales dans la racine de cette plante; par* **M. B. Corenwinder.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Mes premières analyses ont eté effectuées sur des betteraves cultivées en différentes localités de l'Italie. Ainsi qu'on le remarquera dans le tableau suivant, j'ai déterminé successivement les densités des jus, leur richesse saccharine et la composition des matières minérales, qui ont été représentées suivant l'ordre dans lequel elles se séparent lorsqu'on fait cristalliser leurs solutions et sous la forme qu'elles affectent en cette circonstance.

Betteraves récoltées dans les localités suivantes, en Italie.

	1. Modène.	2. Milan.	3. Bologne.	4. Vicence.	5. Vicence.
Densités des jus	3°,9(1039)	5°,5(1055)	4°,4(1044)	3°,7(1037)	4°(1040)
Sucre dans 1 décilitre de jus	5gr,950	8gr,500	5gr,560	5gr,250	6gr,300
Sels obtenus avec 1 litre de jus :					
Sulfate de potasse	0,405	0,600	0,720	0,552	0,516
Chlorure de potassium	4,235	1,350	3,487	0,380 (1)	1,280
Carbonate et phosphate de soude	3,729	0,964	3,751	1,642	1,315
Carbonate de potasse	0,791	5,206	6,262	5,366	5,209
Sels insolubles (2)	2,300	2,140	2,040	2,800	2,200
	11,480	10,260	16,260	10,740	10,520

» Afin d'établir des termes de comparaison, j'ai fait des recherches de même nature sur des betteraves récoltées dans le nord de la France; voici les résultats trouvés :

	Hadrincourt (Pas-de-Calais).	Haubourdin (Nord).		
Nature des engrais	Engrais chim. et fumier.	Sans engrais.	Engrais chimique.	Tourteaux d'arachide.
Densités des jus	6°(1040)	5°,2(1052)	4°,9(1049)	4°,7(1047)
Sucre contenu dans 1 décilitre de jus	13gr,240	9gr,970	9gr,640	9gr,070
Sels obtenus avec 1 litre de jus :				
Sulfate de potasse	0,375	0,885	0,450	0,381
Chlorure de potassium	1,072	1,582	1,020	2,060
Carbonate de soude	0,673	2,315	1,702	2,163
Phosphate de soude	0,526	0,444	0,915	0,625
Carbonate de potasse	2,052	1,396	2,109	1,190
Sels insolubles	2,640	2,100	2,340	2,248
	7,338	8,722	8,536	8,667

» L'examen de ces chiffres donne lieu à des remarques intéressantes.

» 1° Les jus des betteraves italiennes étaient généralement pauvres en sucre (3), leur densité était affectée considérablement par la prédominance

(1) Ce chiffre (0,380) m'ayant paru faible, j'ai fait une seconde détermination, qui m'a donné le même résultat.

(2) Les sels insolubles sont composés de carbonate de chaux, magnésie, acide phosphorique, silice, fer.

(3) Il ne faut pas en conclure que la betterave serait d'une qualité aussi défectueuse sur

des matières salines. Dans les espèces françaises, il existait moins d'éléments minéraux, et la proportion de sucre était beaucoup plus élevée. Il résulte de ces faits qu'il n'est pas possible de préjuger de la qualité des betteraves à sucre, en se bornant à prendre la densité des jus qu'on peut en extraire.

» 2° Le chlorure alcalin varie dans des limites proportionnellement très-étendues. Ce sel abonde dans les betteraves qui végètent dans des terrains humides, marécageux, riches en humus et en engrais. Elles en absorbent probablement alors une quantité excédant leurs besoins physiologiques; l'excès reste en dissolution dans l'eau qui baigne leurs tissus, car il est à remarquer que ce sont ordinairement les betteraves dont le jus a peu de densité qui renferment beaucoup de chlorures. Celles de Bologne et celles de Modène étaient dans ce cas.

» 3° Les sels de potasse dominaient dans les espèces italiennes. Les terrains dans lesquels on les avait fait croître, riches en humus et en vieille fumure, contenaient nécessairement beaucoup de potasse dans un état assimilable.

» Le sucre et la potasse qui coexistent dans la betterave n'ont aucune affinité réciproque, aucune dépendance mutuelle. Dans le tableau suivant on a mis en regard les quantités de ces deux substances constatées dans un litre de jus. On y remarque que ce sont précisément les plus pauvres en sucre qui renferment cet alcali en plus forte proportion. Ce dernier a été considéré dans un état indépendant de toute combinaison.

Origines des betteraves.	Sucre contenu dans 1 litre jus.	Potasse dans 1 litre jus.	Observations.
	gr	gr	
Modène	59,50	3,440	Ces betteraves avaient végété dans des terres riches en humus et fort fumées.
Milan	85,00	4,613	
Bologne	55,60	6,866	
Vicence	52,50	4,180	
Id.	63,00	4,620	
Havrincourt	132,40	2,166	Fum. avec engr. chi. et fum.
Haubourdin	99,70	2,308	Sans engrais.
Id.	96,40	2,327	Engrais chimiques.
Id.	90,70	2,315	Tourteaux d'arachides.

tout le territiore de l'Italie. Il résulte, au contraire, d'analyses faites à Florence qu'on en a récolté de fort riches en sucre en certaines localités. Mes recherches prouvent uniquement qu'il importe, avant d'édifier une fabrique de sucre en un pays, d'y cultiver la betterave et de connaître sa composition chimique.

» D'après ces faits, il paraît fort douteux que la potasse ait la propriété qu'on lui a attribuée, de favoriser la production du sucre et de l'amidon dans les végétaux.

» 4° La soude domine dans les jus riches en chlorure. Il en résulte que c'est particulièrement à l'état de chlorure de sodium que cet alcali pénètre dans le jus des betteraves. Mais il ne serait pas exact d'admettre que ce fait est absolu : la soude est absorbée aussi sous une autre forme saline.

» Pour élucider cette question, j'ai fait des analyses plus complètes encore des betteraves récoltées à Haubourdin. On en trouvera les résultats dans le tableau suivant. Les éléments minéraux y sont représentés isolément, sans supposer aucun état de combinaison saline.

	Hauboudin.		
Nature des engrais	Sans engrais.	Engrais chim.	Tourteaux.
Matières minér. préexistantes dans 1 lit. jus :	gr	gr	gr
Chlorure de sodium	1,238	0,798	1,611
Potasse	2,308	2,327	2,315
Soude	0,902	1,125	0,699
Chaux	0,216	0,160	0,371
Magnésie	0,322	0,293	0,231
Acide sulfurique	0,406	0,201	0,182
Acide phosphorique	0,581	0,657	0,444
	5,973	5,561	5,853

» Ce qui ajoute à l'intérêt de ces dernières déterminations, c'est que les betteraves qui en ont fait l'objet avaient été cultivées dans un même champ, partagé pour la circonstance en trois parties égales, dont la première n'avait reçu aucun engrais; la seconde avait été fumée avec des substances chimiques (nitrate de potasse, nitrate de soude, biphosphate de chaux, sulfate de chaux); la troisième avec du tourteau d'arachides.

» Pour nous borner aux faits importants, voici les conséquences qu'on peut déduire des analyses du dernier tableau :

» 1° Les betteraves qui avaient eu à leur disposition des engrais chimiques renfermaient moins de chlorure de sodium que les autres. Elles avaient absorbé nécessairement de la soude à l'état de nitrate.

» 2° La soude n'avait pas pénétré exclusivement à l'état de chlorure dans ces betteraves, puisque la proportion trouvée excédait celle qui équivaut au chlore. La quantité de potasse a été la même dans ces betteraves quel que soit l'engrais qui leur ait été donné.

» 3° Enfin, si l'on dégage le sodium de sa combinaison avec le chlore

et si l'on représente toute la soude isolément, on remarque, non sans surprise, que cet alcali existait aussi en quantités égales dans les betteraves des trois parcelles de terrain. C'est ce qui est représenté dans le tableau suivant :

	Sans engrais.	Engrais chim.	Tourteaux.
	gr	gr	gr
Potasse (dans un litre de jus)..........	2,308	2,327	2,315
Soude (*id.*)	1,558	1,549	1,553
	3,866	3,876	3,868

» Les dernières observations sont d'une importance manifeste; elles tendraient à prouver que, lorsque des betteraves sont soumises aux mêmes influences météoriques et qu'elles végètent dans le même sol, elles y absorbent des quantités constantes de bases alcalines (soude et potasse). Les formes salines sous lesquelles ces bases leur sont offertes importent peu, elles en prennent des équivalents égaux soit à l'état de nitrate, de chlorure ou de toute autre combinaison.

» Il ne faut pas se dissimuler toutefois que, pour sanctionner cette loi capitale, il est nécessaire d'avoir recours à de nouvelles expériences.

» On se demande naturellement ce qui arriverait si la terre était pauvre en alcalis, avant l'addition des engrais. Le supplément de soude et de potasse que ceux-ci apporteraient au sol permettrait-il aux betteraves d'en absorber davantage?

» Cela ne paraît pas douteux. L'expérience que je viens de rapporter prouve seulement que, lorsque la terre renferme une quantité suffisante d'alcalis pour les besoins actuels des plantes, l'excès introduit dans le sol n'est pas absorbé, ou plutôt celles-ci en empruntent indifféremment aux vieilles et aux nouvelles fumures, jusqu'à une limite maxima qui dépend de leur nature, des conditions physiques et chimiques du sol, de son état d'humidité et d'autres circonstances qui échappent à l'observation. »

M. A. Brachet adresse une nouvelle Communication sur un projet d'éclairage électrique, au moyen des machines de la Compagnie *l'Alliance*, mises en mouvements par divers moteurs.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. L. Aubert adresse un « Second Mémoire sur une nouvelle organisation de l'armée française ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Portail** adresse une Lettre relative à son Mémoire sur un nouvel outillage de puisatier.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. H. **Panofka** annonce qu'il a pu vérifier, sur l'appareil vocal d'un chanteur mort en Italie, les idées énoncées dans son précédent Mémoire, concernant la trachée artère et la production du son dans la voix humaine.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Coste, Milne Edwards, Cl. Bernard.)

CORRESPONDANCE.

M. E. **Belgrand** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Membre libre, devenue vacante par le décès de *M. Aug. Duméril.*

M. Ch. **Rokitansky**, nommé Correspondant dans la séance du 13 juin 1870, adresse de Vienne ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Traité de Physiologie comparée », de *M. G. Colin* (t. Ier de la deuxième édition).

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant à l'Académie, au nom de *M. F. Plateau*, un Mémoire imprimé qui a pour titre : « Recherches physico-chimiques sur les Articulés aquatiques », donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Cette première partie comprend un grand nombre d'expériences par lesquelles j'ai cherché à découvrir les causes de la mort des Articulés d'eau douce dans l'eau de mer, et des Crustacés marins dans l'eau douce.

» Voici le résumé des conclusions qui terminent mon travail : les Articulés d'eau douce à peau épaisse et sans branchies, tels que les Coléoptères aquatiques, vivent impunément dans l'eau de mer; ceux à peau mince ou à respiration branchiale y périssent, au contraire, assez vite. Ces animaux absorbent, par la surface du corps, les sels dissous dans le liquide. Les chlorures de sodium et de magnésium agissent comme poisons; l'action des

sulfates est à peu près nulle; les sulfates sont aussi les sels que, dans des solutions au même titre de différents sels isolés, les animaux absorbent le moins.

» Les Crustacés marins qui meurent dans l'eau douce abandonnent à celle-ci les sels dont étaient imprégnés leurs tissus. La présence du chlorure de sodium paraît être une de leurs conditions indispensables d'existence; le chlorure de sodium semble être aussi le seul sel nécessaire.

» Dans aucun cas, la différence entre les densités de l'eau de mer et de l'eau douce ne peut être considérée comme la cause de la mort des Articulés transportés d'un de ces milieux dans l'autre. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le mouvement permanent varié de l'eau dans les tuyaux de conduite et dans les canaux découverts.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant. (Suite.)

« La moyenne générale U' des accélérations, suivant les x, des molécules de la tranche liquide comprise entre les abscisses x et $x+\delta x$ égale le rapport à la section, qui est h (par unité de largeur) ou πR^2, de la dérivée en x de l'intégrale $\int u^2 dz$ ou $2\pi \int u^2 r dr$, prise sur toute la section, savoir : de $z = H - h$ à $z = H$, ou de $r = 0$ à $r = R$; en effet, la force totale, suivant les x, $\rho d\omega u' \delta x$, ou $\rho d\omega u \delta u$, appliquée à la partie de la tranche qui appartient à un filet liquide ayant $d\omega$ pour section normale aux x, est égale à l'accroissement, $\delta(\rho \delta\omega u^2)$, que reçoit, de l'abscisse x à l'abscisse $x+\delta x$, le long du même filet, le produit $(\rho d\omega u)u$; car $\delta(\rho d\omega u) = 0$, à cause de la permanence de débit de ce filet. Par suite, U', quotient de la force totale appliquée à la tranche, par sa masse, a bien l'expression indiquée.

» A la surface libre du canal découvert, ou pour $z = H - h$, la dérivée de u en z est nulle, par suite de l'absence supposée de frottement de la part de l'atmosphère, et aussi parce qu'il résulte des expériences de M. Bazin que la vitesse maximum se trouve presque à la surface lorsque la largeur du canal est considérable et que la vitesse moyenne est assez grande : dans le cas du tuyau, la dérivée pareille de u en r est nulle pour $r = 0$, par raison de symétrie. Pour $z = H$ ou $r = R$, le frottement tangentiel $-\rho g B u_0^2$ de la paroi égale sensiblement la force intérieure appelée F, dont l'expression est $\rho g A h u_0 \frac{du}{dz}$ ou $\rho g \frac{A}{2r} R^2 u_0 \frac{du}{dr}$. Enfin, on peut admettre que l'inclinaison des

filets sur l'axe des x, nulle pour $z = \mathrm{H}$ ou pour $r = 0$ et partout très-petite, est développable par la série de Taylor limitée à son premier terme, c'est-à-dire à peu près proportionnelle à $\mathrm{H} - z$ ou à r (elle le serait rigoureusement, si u ne dépendait pas de z ou de r), de manière que le rapport à u de la composante de la vitesse normale aux x soit $-\frac{\mathrm{H}-z}{h}h'$ ou $\frac{r}{\mathrm{R}}\mathrm{R}'$ (h' et R' désignant les dérivées en x de h et R) (*); d'après les expressions déjà trouvées de cette composante et de u', il en résultera pour u' les valeurs $-u^2\frac{h'}{h}$ ou $-u^2\frac{2\mathrm{R}'}{\mathrm{R}}$, qui, portées dans (2), changeront celles-ci en de simples équations différentielles entre u et z ou u et r. La deuxième de ces équations ne me paraît pas intégrable par les procédés connus; mais la première, multipliée par $2du$, l'est une fois, et donne, en combinant son intégrale première avec la condition spéciale à la paroi, une relation sous forme finie entre les deux valeurs de u_0 à la surface et au fond.

» Mais contentons-nous de déduire de ces équations différentielles une formule approchée, permettant, si h et R sont assez petits, de calculer en fonction de l'abscisse x la profondeur variable h que prend le fluide dans le canal rectangulaire très-large, ou la pression p' dans le tuyau circulaire de diamètre variable. Nous multiplierons, pour cela, la première par dz, la seconde par dr, et nous intégrerons à partir de $z = \mathrm{H} - h$ ou de $r = 0$. Le résultat, particularisé pour $z = \mathrm{H}$ ou $r = \mathrm{R}$, et combiné avec la condition à la paroi, donne

$$(3) \qquad \mathrm{B}u_0^2 = \text{ soit } \left(i - h' - \frac{\mathrm{U}'}{g}\right)h, \quad \text{soit } \left(\sin i - \frac{1}{\rho g}\frac{dp'}{dx} - \frac{\mathrm{U}'}{g}\right)\frac{\mathrm{R}}{2}.$$

» En y laissant, au contraire, z ou r quelconques, multipliant par dz ou dr, et intégrant à partir de $z = \mathrm{H}$ ou de $r = \mathrm{R}$, après avoir simplifié un

(*) Si la largeur a du canal découvert était de même variable, ou avait une dérivée a' en x, le rapport de w à u aurait la même expression; et, pour des raisons pareilles, le rapport de la composante v (qui n'est plus alors nulle) à u vaudrait sensiblement le quotient de $a'y$ par a : ces expressions de w et v en fonction de u, combinées avec la condition connue d'incompressibilité, donneraient u' égal au quotient par ah de $-u^2(ah' + ha')$. Rien ne serait changé aux raisonnements qui suivent : le numérateur de la première (7) aurait seulement de plus le terme $(1 + \varepsilon_1 + k_1)\mathrm{H}^3 i\frac{a'}{a}h$; mais H serait alors variable avec a, d'après la relation $b_1\varphi(\mathrm{H})\mathrm{Q}^2 = \mathrm{H}^3 i a^2$, et il conviendrait de prendre pour axe des x le profil en long du fond.

coefficient au moyen de (3), il vient

$$(4)\quad \begin{cases} \text{soit } \dfrac{u}{u_0} - 1 - \dfrac{B'}{2A'}\left[1 - \left(\dfrac{z-H+h}{h}\right)^2\right] \\ \qquad = \dfrac{h'}{Ag}\displaystyle\int_z^H \frac{dz}{h}\int_{H-h}^z \left[\left(\frac{u}{u_0}\right)^2 - \int_{H-h}^H \left(\frac{u}{u_0}\right)^2 \frac{dz}{h}\right]\frac{dz}{h}, \\ \text{soit } \dfrac{u}{u_0} - 1 - \dfrac{2B'}{3A'}\left(1 - \dfrac{r^3}{R^3}\right) \\ \qquad = \dfrac{4R'}{Ag}\displaystyle\int_r^R \frac{dr}{R}\int_0^r \left[\left(\frac{u}{u_0}\right)^2 - 2\int_0^R \left(\frac{u}{u_0}\right)^2 \frac{r}{R}\frac{dr}{R}\right]\frac{r}{R}\frac{dr}{R}. \end{cases}$$

» Il suffira que h' ou R' soient au plus du même ordre de grandeur que Ag, pour qu'on puisse négliger les seconds membres à une première approximation, ce qui donne au rapport de u à u_0 les mêmes valeurs que dans le cas du régime uniforme; ces valeurs, substituées ensuite dans les seconds membres, permettront d'obtenir, par la méthode des approximations successives, des expressions plus exactes du même rapport. Je n'écrirai pas celles qui sont fournies par la seconde approximation; car, bien qu'un peu longues, elles se calculent aisément. Si l'on en déduit le rapport de la vitesse moyenne U à u_0, on trouve

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{U}{u_0} = \text{ soit } 1 + \dfrac{B'}{3A'} + \dfrac{2B'}{45A'}\left(1 + \dfrac{2B'}{7A'}\right)\dfrac{h'}{Ag}, \\ \qquad\quad \text{soit } 1 + \dfrac{2B'}{5A'} + \dfrac{2B'}{25A'}\left(1 + \dfrac{4B'}{11A'}\right)\dfrac{R'}{Ag}. \end{cases}$$

» On voit bien que le terme dépendant de h' ou de R' est sensiblement plus petit que la somme des deux précédents, toutes les fois que h' ou R' ne sont pas $> Ag$.

» Des relations (5) on peut tirer u_0 en fonction de U, et mettre ensuite Bu_0^2, sauf erreur négligeable de l'ordre de h'^2 ou de R'^2, sous les formes respectives

$$(6)\qquad Bu_0^2 = \text{ soit } b_1\varphi(h)U^2 - \frac{k_1}{g}h'U^2, \quad \text{soit } b\varphi\left(\frac{R}{2}\right)U^2 - \frac{k}{g}R'U^2,$$

b_1, b, k_1, k étant des coefficients qui, pour $A' = 0{,}00064$, $B' = 0{,}00081$, valent respectivement : 0,0004; 0,00036; 0,0676; 0,110.

» U' s'obtiendra par la méthode indiquée après les formules (2), ou simplement en prenant la moyenne des valeurs du rapport de $-u^2h'$ à h ou de $-2u^2R'$ à R, dans toute l'étendue d'une section : on pourra se contenter, pour évaluer cette moyenne, qui dépasse à peine U^2, de la première

approximation du rapport de u à u_0. D'après un calcul indiqué après les formules (1), on obtiendra U' = soit le quotient par h de $-(1+\varepsilon_1)h'U^2$, soit le quotient par R de $-2(1+\varepsilon)R'U^2$. En joignant cette relation à (6), et à celle-ci $Q = haU$ ou $\pi R^2 U$, on pourra éliminer u_0, U' et U des formules (3); si l'on remplace d'ailleurs, dans le cas du canal découvert, Q par sa valeur tirée de la formule du régime uniforme $b_1\varphi(H)Q^2 = H^3a^2i$, il viendra les équations cherchées du mouvement permanent :

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} &h' \text{ ou } \frac{dh}{dx} = \frac{b_1 gi[\varphi(H)h^3 - \varphi(h)H^3]}{b_1 g\varphi(H)h^3 - (1+\varepsilon_1+k_1)H^3 i},\\ &\sin i - \frac{1}{\rho g}\frac{dp'}{dx} = \frac{2Q^2}{\pi^2 R^5}\left[b\varphi\left(\frac{R}{2}\right) - \frac{1+\varepsilon+k}{g}\frac{dR}{dx}\right].\end{aligned}\right.$$

» Ces formules diffèrent de celles de Coriolis en ce que $1+\varepsilon_1+k_1$, $1+\varepsilon+k$ y remplacent un coefficient α, également un peu supérieur à 1, et qui désigne le rapport à U^3 de la moyenne des valeurs de u^3 sur toute l'étendue d'une section.

» Intégrons la première (7) au point d'un cours d'eau où le mouvement devient uniforme ou cesse de l'être, et où, par suite, l'ordonnée $H - h$ de la surface libre est assez petite pour qu'on puisse négliger le carré de son rapport à H. En remplaçant $\varphi(h)$ par $\varphi(H) + \varphi'(H)(h-H)$, et appelant h_0 la valeur de h pour une abscisse particulière $x = x_0$, il vient

$$(8)\qquad \log\frac{h-H}{h_0-H} = \frac{b_1 gi[3\varphi(H) - H\varphi'(H)]}{b_1 g\varphi(H) - (1+\varepsilon_1+k_1)i}\,\frac{x-x_0}{H}.$$

» Suivant que la pente i est $<$ ou $>$ le rapport de $b_1 g\varphi(H)$ à $1+\varepsilon_1+k_1$, c'est-à-dire, en adoptant une dénomination proposée par M. de Saint-Venant (*Annales des Mines*, 1852, p. 320, et *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 194, 10 juillet 1870), suivant que le cours d'eau est une *rivière* ou un *torrent*, $h - H$ tend vers zéro pour $x = -\infty$ ou pour $x = \infty$: le régime uniforme existe à l'amont des points considérés dans le premier cas, à l'aval dans le second, mais jamais à la fois des deux côtés. La formule (8) ne peut donc pas s'appliquer aux points d'une *rivière* où le régime uniforme commence à s'établir, ni aux points d'un *torrent* où ce régime commence à se détruire; comme elle est basée sur la seule hypothèse de la lenteur des variations de h, il faut que cette hypothèse soit alors fausse ou que les variations de h soient rapides. *Dans les rivières, le régime uniforme s'établit donc presque brusquement, lorsque la masse d'eau qui s'écoule devient prismatique, et il se détruit, au contraire, insensiblement à une distance considérable en amont des*

points où cette masse d'eau cesse d'avoir la forme prismatique; tandis que, dans les torrents, le même régime ne s'établit qu'à une distance considérable en aval, et il se détruit à peu de distance en amont des points où la masse d'eau cesse d'avoir cette même forme.

» La première équation (7) est propre à donner, de proche en proche, aux points où la profondeur varie lentement, le profil de la surface libre d'un cours d'eau, long ou court, d'une largeur constante assez grande. Jointe à la formule connue du ressaut, qui permettra d'évaluer les brusques variations de profondeur qui pourraient se produire, elle rend à peu près compte de tous les faits de mouvement permanent offerts par ces canaux. »

PHYSIQUE. — *Note sur la variation diurne lunaire et sur la variation séculaire de la déclinaison magnétique; par* **M. Broun.**

« J'ai indiqué, il y a dix ans, que la variation diurne lunaire de l'aiguille aimantée près de l'équateur magnétique se produit dans des directions opposées pour les mois de décembre et de juin, d'une telle manière que l'heure de l'excursion maximum vers l'est dans le premier mois est celle de l'excursion maximum vers l'ouest dans le second. Étant occupé de la discussion de onze années d'observations relativement à ce sujet, je désire communiquer à l'Académie quelques-uns des principaux résultats auxquels je suis arrivé. Comme j'ai démontré, dans un Mémoire lu à la Société royale d'Édimbourg en 1867 (*), que l'action de la lune sur l'aiguille aimantée est souvent plus grande que celle du soleil, ces résultats reposent sur des quantités de la même grandeur que celles dont dépend la variation diurne solaire.

» 1. La variation diurne lunaire à Trevandrum près de l'équateur magnétique, consiste en deux maxima et deux minima, les maxima arrivant en décembre quand la lune est près des méridiens de 0 heure et de 12 heures; les minima quand elle est près des méridiens de 6 heures et de 18 heures.

» 2. En juin, ce sont les minima qui arrivent quand la lune est près des méridiens de 0 heure et de 12 heures, et les maxima quand elle est près de ceux de 6 heures et de 18 heures.

» 3. Les méridiens critiques varient d'un mois à un autre, se présentant

(*) *Trans. Roy. Soc. Edin.*, vol XXIV, p. 679.

deux heures plus tôt en avril qu'en janvier, et deux heures plus tôt en septembre qu'en juin : la variation la plus rapide ayant lieu entre les mois d'avril et de mai, et entre les mois de septembre et d'octobre.

» 4. L'excursion moyenne de l'aiguille produite par la lune, est la plus grande en janvier (double de celle du mois de juillet), tandis que celles de mai et d'octobre sont les plus petites.

» 5. L'excursion est plus grande quand la lune est au périgée, que quand elle est à l'apogée.

» J'avais trouvé précédemment, d'après la discussion de cinq années d'observations (*), une différence assez considérable dans les valeurs des deux maxima et de deux minima, selon que la lune était au nord, au sud, ou sur l'équateur. Ces différences ne sont pas dues à la position de la lune en déclinaison, comme la discussion paraissait l'indiquer, mais elles sont dues à la cause suivante.

» 6. L'effet de la lune sur l'aiguille aimantée ne dépend pas, pour sa valeur, du méridien sur lequel elle se trouve, mais principalement de la position du soleil. Ainsi, quand la lune est sur les méridiens de 6 heures et de 18 heures dans le mois de janvier, le bout nord de l'aiguille est toujours le plus à l'ouest, mais *si cela arrive quand il fait jour à la place de l'aiguille, l'excursion est cinq fois plus grande que quand il fait nuit*. La même différence arrive pour les excursions maximums vers l'est; quand la lune est sur le méridien de la place ou le méridien de 12 heures, pendant le jour, l'excursion en janvier (d'après onze années d'observations) est cinq fois plus grande que quand elle est sur les mêmes méridiens pendant la nuit.

» Cette différence de l'action de la lune pendant la nuit se produit dans tous les mois de l'année, mais elle est plus marquée en janvier, le mois de la plus grande action lunaire.

» 7. De cette manière, la courbe qui représente la variation diurne lunaire change de forme chaque jour, la partie qui correspond aux heures de la nuit montrant comparativement peu de variation. Ce fait, du reste, est manifesté d'une manière frappante dans les courbes pour chaque jour, depuis le 13 décembre 1858 au 15 janvier 1859 (*Pl. XLIII, Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, vol. XXIV).

» Je profite de cette occasion pour rectifier une erreur qui pourrait paraître résulter d'une expression contenue dans une lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel, qui a paru dans les *Comptes rendus* du 25 juillet der-

(*) *Proceedings Roy. Soc. Lond.*, vol. X, p. 482.

nier (*). J'ai dit : « Il n'est pas possible de représenter les différences dé-
» cennales pour Munich par une formule quelconque ; elles sont trop irré-
» gulières vers l'époque du maximum. » Ceci se rapporte seulement au calcul pour l'inégalité décennale, mais non pas à la représentation de la marche de l'aiguille aimantée vers le nord, et je tiens à démontrer que le système du calcul employé dans ma Note originale (**) s'applique également bien aux observations de Munich qu'à celles de Paris, de Makerstown et de Trevandrum.

» Ainsi, par le moyen des différences décennales (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 266), nous formons les équations approximatives suivantes :

$$1841\text{-}1851,\quad \Delta y_0 = 69',78 = 2a\sin(\alpha + 5\theta)\sin 5\theta,$$
$$1848\text{-}1858,\quad \Delta y_1 = 75',00 = 2a\sin(\alpha + 12\theta)\sin 5\theta,$$
$$1855\text{-}1865,\quad \Delta y_2 = 69',78 = 2a\sin(\alpha + 19\theta)\sin 5\theta,$$

d'où

$$\theta = 3^\circ 4',3,\quad \alpha = 53^\circ 8',5,\quad a = 141,6,$$

et nous avons, comme dans la Note citée,

$$\text{Déclinaison} = 17^\circ 50' + 141',6[1 - \cos(53^\circ 8',5 + n.3^\circ 4',3)]\ (***),$$

où n est le nombre de l'année après 1841,5.

» Le tableau de la page suivante représente les valeurs observées, et celles calculées par cette formule depuis 1841,5 jusqu'à 1865,5.

» Les déclinaisons observées sont tirées du *Wochenbericht* de M. Lamont (n° 42, 15 à 21 avril 1866), où elles sont accompagnées des remarques suivantes :

« 1. La variation séculaire varie considérablement d'une année à une autre, et conséquemment dépend en partie des accidents.

» 2. La variation séculaire ne paraît pas avoir une connexion reconnaissable avec la période décennale.

» 3. La variation séculaire n'est comparable ni avec une oscillation, ni avec la projection d'un mouvement circulaire, puisque autrement, à une si petite distance de l'extrême élongation (qui peut-être a eu lieu entre 1820 et 1825), une accélération plus forte aurait dû être observée pendant l'espace du temps considéré. »

(*) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 265.

(**) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 56.

(***) Afin de faciliter le calcul, la formule suivante a été employée, ce qui donne à peu près les mêmes résultats :

$$\text{Déclinaison} = 17^\circ 50' + 141',8[1 - \cos(52^\circ 12' + n.3^\circ 4')].$$

Déclinaison magnétique à Munich.

ANNÉES.	DÉCLINAISON OCCIDENTALE observée.	DÉCLINAISON OCCIDENTALE calculée.	DIFFÉRENCES.	ANNÉES.	DÉCLINAISON OCCIDENTALE observée.	DÉCLINAISON OCCIDENTALE calculée.	DIFFÉRENCES.
1841	16°53',86	16°53',14	— 0',72	1854	15°19',45	15°20',61	+ 1',16
1842	47,38	46,95	— 0,43	1855	11,72	13,05	+ 1,32
1843	40,66	40,52	— 0,14	1856	5,41	5,53	+ 0,12
1844	33,81	33,90	+ 0,09	1857	14.57,70	14.58,07	+ 0,37
1845	27,11	27,08	— 0,03	1858	51,08	50,70	— 0,38
1846	20,03	20,09	+ 0,06	1859	45,71	43,44	— 2,27
1847	(13,00)	12,96	— 0,04	1860	37,32	36,31	— 1,01
1848	5,98	5,70	— 0,28	1861	28,53	29,32	+ 0,79
1849	15.58,22	15.58,33	+ 0,11	1862	22,60	22,50	— 0,10
1850	51,31	50,87	— 0,44	1863	15,58	15,88	+ 0,30
1851	44,09	43,35	— 0,74	1864	9,35	9,45	+ 0,10
1852	35,50	35,79	+ 0,29	1865	1,92	3,26	+ 1,34
1853	27,00	28,20	+ 1,20				

» On verra que le calcul que j'ai fait représente assez exactement les observations jusqu'à 1865,5, et la formule donne pour l'époque d'extrême élongation 1823,8, qui s'accorde avec le temps indiqué par M. Lamont. Quoique la formule précédente ne représente pas aussi bien les déclinaisons pour 1867 et 1868, données par M. Lamont dans son *Wochenbericht*, n° 197 (le 4 au 10 avril 1869), cependant il me paraît important d'avoir pu représenter quarante-deux années de marche de l'aiguille aimantée si exactement par une formule circulaire, employée depuis 0° (1823,8) jusqu'à 123°44' (1865,5). Dans quelques années, on verra si la formule demande quelque changement; car, si elle était exacte, l'aiguille cesserait d'approcher du nord en 1883. »

PHYSIQUE. — *Chaleur de combustion du magnésium, de l'indium, du cadmium et du zinc.* 3e Note de **M. A. Ditte** (1), présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

V. — *Résumé.*

« En résumant les résultats que j'ai publiés dans mes Notes des 19 et 26 juin, auxquelles je renvoie le lecteur, on voit que les nombres qui représentent les chaleurs de combustion des métaux, quelle que soit d'ail-

(1) *Comptes rendus*, séances des 19 et 26 juin 1871.

leurs leur exactitude, n'ont rien d'absolu. L'expérience nous montre que la chaleur de combustion varie avec l'état physique de l'oxyde employé pour la déterminer. Il est donc essentiel de bien spécifier la nature de l'oxyde auquel un nombre donné se rapporte, les variations pouvant osciller entre des limites dont le tableau suivant donnera une idée (1) :

			Magnésium.	Zinc.	Indium.	Cadmium.
Chaleur de combustion	par gramme..	maximum...	6073,9	1391,2	1044,6	275,5
		minimum...	5944,9	1324,3	»	271,1
	par équivalent.	maximum...	72890	45401	37502	15506
		minimum...	69222	43125	»	15231

» La comparaison des nombres qui précèdent avec les propriétés principales des métaux considérés fournit, en outre, quelques rapprochements intéressants. Ainsi :

» 1° Tandis que le magnésium brûle avec un très-vif éclat dans l'air, la combustion du zinc est bien moins énergique, celle de l'indium devient plus difficile, et le cadmium fond et s'oxyde en donnant une flamme très-pâle, à peine visible la plupart du temps. Or la flamme et son éclat peuvent se rattacher à trois causes principales : l'état physique de l'oxyde, dont les travaux du colonel Caron ont fait connaître l'influence, la température à laquelle il est porté, et la volatilité du métal. Or, d'une part, cette température dépend essentiellement de la quantité de chaleur développée pendant la combustion; elle diminue donc considérablement du magnésium au cadmium, ce qui, abstraction faite de l'état physique de l'oxyde, explique la décroissance très-rapide de l'éclat de la flamme du premier de ces métaux au dernier; d'autre part, la flamme étant d'autant plus étendue que le métal est plus volatil, et cette volatilité allant en augmentant du magnésium au cadmium, on conçoit que la flamme très-pâle de ce dernier soit assez étendue, pendant que celle du magnésium est sensiblement réduite à un point brillant.

» 2° Le magnésium décompose l'eau pure au-dessus de 70 degrés, et sa vapeur à une température peu élevée; le zinc, quoique sans action sur l'eau, s'oxyde encore facilement dans sa vapeur, tandis qu'au rouge seulement la

(1) Les limites entre lesquelles la magnésie et l'oxyde de zinc ont été calcinés sont 350 degrés et le rouge blanc; pour le cadmium, le résultat le plus faible correspond à l'oxyde amorphe, le plus fort à l'oxyde cristallisé, portés tous deux à la même température. Je reviendrai, dans le Mémoire qui suit, sur la manière dont les nombres qui se rapportent aux oxydes ont été déterminés.

décomposition de cette dernière par le cadmium commence à s'effectuer. Or, plus la température de la vapeur d'eau est élevée, moins il faut lui donner de chaleur pour la séparer en ses éléments; on comprend donc que si la chaleur de combustion d'un métal est petite, comme celle du cadmium, elle pourra suffire à effectuer ou à mettre en évidence la dissociation de la vapeur d'eau déjà portée à une haute température, tandis qu'on pourra diminuer de plus en plus cet échauffement préalable, à mesure que la chaleur d'oxydation du métal ira en croissant davantage; c'est le cas du zinc et du magnésium.

» 3° L'hydrogène réduit l'oxyde de cadmium vers 400 degrés, et celui d'indium au rouge sombre; la réduction de l'oxyde de zinc ne fait que commencer à une très-haute température et dans un courant rapide de gaz, comme M. H. Sainte-Claire Deville l'a fait voir; et quant à la magnésie, elle présente seulement des traces de décomposition dans la flamme du chalumeau à gaz quand l'oxygène y prédomine. La réduction de l'oxyde paraît donc d'autant plus facile que la chaleur de combustion du métal est moindre. Il n'y a là cependant qu'une simple analogie entre deux propriétés différentes; les récentes expériences de M. H. Sainte-Claire Deville (1) nous ont appris, en effet, que l'action de l'hydrogène sur un oxyde est fonction de la température de l'oxyde ainsi que des pressions du gaz libre et de la vapeur d'eau formée. En mettant des oxydes différents en présence de l'hydrogène gazeux, le rapport qui existe entre la chaleur d'oxydation du métal et celle de l'hydrogène paraît devoir s'introduire, mais seulement comme une variable nouvelle, dans la fonction qui représente l'ensemble des phénomènes.

» 4° L'action du charbon et de l'oxyde de carbone sur les oxydes considérés donnerait lieu à des remarques analogues. Il faudrait remplacer toutefois la chaleur de combustion de l'oxygène, par celle qui correspond à la transformation de l'oxyde de carbone ou du charbon lui-même, en acide carbonique.

» Ainsi donc le parallèle entre les diverses propriétés physiques et chimiques principales des métaux étudiés est aussi satisfaisant qu'on pourrait le désirer. Ces dernières forment un système d'analogies d'après lesquelles l'indium et le zinc se trouvent très-rapprochés l'un de l'autre, pendant que le magnésium et le cadmium s'en écartent davantage et dans deux sens différents; les premières en constituent un second non moins remarquable,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1105 et 1221, et t. LXXI, p. 30.

que l'on aperçoit immédiatement dans le tableau qui suit, et qui conduit à ranger ces métaux exactement dans le même ordre en les plaçant aux mêmes rangs.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.	MAGNÉSIUM.	ZINC.	INDIUM.	CADMIUM.
Densité	1,75	6,8 à 7,2	7,15	8,6 à 8,7
Équivalents	12	33	35,9	56
Chaleur spécifique	0,2633	0,0955	0,0877 (théorique)	0,0567
Produit EC	3,16	3,15	3,16	3,17
Température de fusion	vers 500°	vers 400°	"	vers 315°
Température de volatilisation	vers 1100°	1040°	rouge	860°
Chaleur de combustion	72890	44258	37502	15231
Couleur des oxydes	blanc	blanc ou jaune clair	jaune foncé	orangé ou noir

» Les deux systèmes d'analogie conduisent donc à des résultats identiques, de telle sorte que, l'un d'eux étant bien connu, l'on peut en conclure, *à priori*, ce que l'autre donnera. »

PHYSIQUE. — *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combinaison.* Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai parlé, dans les Communications précédentes, de la relation qui existe entre les propriétés des corps et la chaleur qu'on en dégage dans les réactions chimiques, et j'ai eu l'occasion de signaler en même temps l'influence qu'exerce la calcination de l'oxyde de zinc sur l'intensité des phénomènes calorifiques qui accompagnent sa dissolution (1). Je me propose ici de déterminer des nombres qui fixent la mesure de ces phénomènes, et je prendrai pour exemple la magnésie, qui présente ces variations de propriétés d'une manière vraiment remarquable; je vais considérer cet oxyde lorsqu'il a été calciné à diverses températures.

I. — *Magnésie calcinée à 350 degrés.*

» 1° Dans un vase de fer contenant du mercure chauffé à l'ébullition, et rempli de vapeur métallique à 350 degrés, je calcine du nitrate de magnésie pur, sec et fondu; le résultat est de la magnésie sous la forme d'une poudre fine, blanche, onctueuse et très-volumineuse, dont la densité est

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 juin 1871.

assez difficile à déterminer à cause de l'air adhérent. J'y suis arrivé de la manière suivante, qui s'applique à tous les cas dont je parlerai dans la suite.

» On introduit la matière dans un flacon à densité de très-petit volume (25 centimètres cubes environ), jaugé, taré et bien sec, puis on la pèse. On met ensuite le flacon sous une cloche munie à sa partie supérieure d'une tubulure que traverse une pipette à robinets, dont on engage l'extrémité dans son col, et l'on fait le vide, que l'on maintient pendant plusieurs heures. La pipette est remplie d'essence de térébenthine (1) et son robinet supérieur fermé de manière à supprimer toute communication de l'essence avec l'humidité de l'atmosphère. Au bout de quatre à cinq heures, on ouvre doucement les robinets, l'essence descend dans le flacon, et, quand il est plein aux deux tiers, on arrête l'écoulement, puis on fait de nouveau le vide. On le porte alors sur un bain de sable dont on élève graduellement la température jusqu'à l'ébullition de l'essence (156 degrés), et, quand elle a duré quelques instants, on adapte le bouchon sur le col du flacon, puis on le laisse refroidir sous une cloche. On le maintient enfin pendant une heure environ dans la glace fondante, ce qui permet d'obtenir à zéro la densité de la substance, puis dans l'eau bouillante, ce qui la donne à 100 degrés; on peut alors calculer son coefficient de dilatation entre zéro et 100 degrés :

$$\alpha_0^{t^\circ} = \frac{D_0 - D_t}{D_t t},$$

connaissant à zéro et à 100 degrés la densité de l'essence dont on se sert, ainsi que la dilatation entre ces limites de température.

» J'indiquerai prochainement les résultats auxquels je suis arrivé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de préparation de l'acide trichloracétique.* Note de **M. A. Clermont**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La théorie des types de M. Dumas se rattache à la découverte de l'acide trichloracétique, et c'est aussi sur ce corps que M. Melsens a constaté le premier phénomène de substitution inverse; on conçoit, d'après cela, que cet acide présente un intérêt théorique tout particulier, et que

(1) L'essence de térébenthine employée a été laissée plusieurs mois dans un vase fermé au contact du chlorure de calcium fondu, puis distillé. Sa densité à zéro est 0,880, sa densité à 100 degrés est 0,801, et son coefficient de dilatation entre zéro et 100 degrés est égal à 0,0009862.

les chimistes aient cherché à l'obtenir en quantité notable, afin d'étudier avec soin ses propriétés principales. Je rappelle en quelques mots les modes actuellement connus de préparation.

» L'action du chlore sur l'acide acétique cristallisable sous l'influence des rayons solaires en flacons fermés, n'en fournit que de faibles quantités (1).

» L'action de l'acide azotique concentré sur le chloral donne naissance à de l'acide trichloracétique (2). Mais la nécessité d'employer le chloral insoluble, qui, d'après le chimiste allemand, s'attaque mieux que le chloral soluble, celle de faire cristalliser l'acide trichloracétique dans le vide constituent une opération longue et pénible, que ne compense pas la pureté du produit, toujours accompagné de chloral échappé à l'action oxydante de l'acide azotique.

» J'obtiens facilement l'acide trichloracétique pur et en grande quantité, par la méthode suivante. L'hydrate de chloral que l'on fabrique aujourd'hui dans l'industrie pour l'usage thérapeutique est mis en digestion dans un matras avec le triple de son poids d'acide nitrique fumant; ce mélange, abandonné à lui-même au soleil, donne naissance à un dégagement continu d'acide hypoazotique, qui cesse au bout de trois à quatre jours; on introduit alors le liquide dans une cornue tubulée munie d'un thermomètre et l'on chauffe, la température s'élève assez rapidement à 123 degrés et s'y maintient tant que distille l'acide azotique à 4 équivalents d'eau; elle croît ensuite graduellement, et, entre 123 et 195 degrés, passe un mélange, peu abondant d'ailleurs, contenant les dernières portions d'acide azotique qui ont entraîné avec elles un peu d'acide trichloracétique; dès lors le point d'ébullition de ce dernier se fixe à 195 degrés, et la distillation continue avec régularité tant qu'il reste de l'acide dans la cornue. Le produit recueilli dans un ballon est un liquide incolore et transparent qui cristallise à 44°,8, quand la masse se refroidit lentement et exige une température de 52°,3 pour repasser à l'état liquide. J'ai pu obtenir, dans une opération, 300 grammes d'acide trichloracétique avec 480 grammes d'hydrate de chloral.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. H. Sainte-Claire Deville, à l'École Normale supérieure.

---

(1) J. Dumas, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIII, p. 77.

(2) Kolbe, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 1840, t. LIV, p. 182.

» J'étudie actuellement les propriétés de cet acide et les principales combinaisons qu'il forme avec les oxydes métalliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dambonite et le dambose nitrés.* Note de **M. P. Champion.**

« La dambonite, découverte récemment par M. Aimé Girard dans le caoutchouc du Gabon, se transforme, en présence d'un mélange d'acides sulfurique et azotique, en une substance gommeuse, épaisse, translucide; mise en suspension dans l'eau, elle se précipite sous forme de flocons qui, lavés soigneusement et dissous dans l'alcool bouillant, laissent déposer des cristaux de dambonite nitrée. Ce corps est insoluble dans l'eau et détone par le choc. Le dambose (obtenu par M. A. Girard en traitant la dambonite par l'acide iodhydrique fumant) se comporte de même; il forme également un produit nitré, cristallisable dans l'alcool, qui détone plus violemment que le précédent, et qui se décompose à une température inférieure à 100 degrés, comme la nitrodulcite, en fournissant des vapeurs jaunes. La formation de ce composé nitré nous a paru d'autant plus intéressante que le dambose, ainsi que l'a constaté M. A. Girard, se dissout sans s'attaquer dans l'acide azotique fumant. Nous avons été conduits à essayer la production de ce composé, par l'analogie de formule qu'il présente avec les matières sucrées.

» *Sur l'érythrite bromhydrique* (1). — Lorsqu'on traite l'érythrite par une solution saturée d'acide bromhydrique, dans un tube scellé, à la température de 110 degrés, pendant trente heures, on obtient une liqueur brune, qui, évaporée au bain-marie et reprise par l'éther bouillant, laisse déposer des cristaux d'érythrite bromhydrique; en les dissolvant dans l'alcool à 40 degrés, additionné de noir lavé, on obtient une matière blanche qui se présente sous la forme de cristaux nacrés :

	Analyse.	Calcul.
Carbone	19,34	19,35
Hydrogène	3,39	3,22
Oxygène	13,27	12,92
Brome	64,00	64,51

correspondant à la formule

$$C^8H^8Br^2O^4.$$

(1) Les travaux et les analyses ci-joints ont été faits avec l'habile concours de M. H. Pellet, notre collaborateur.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, légèrement volatil à 100 degrés. Il fond à 130 degrés et se prend par le refroidissement en une masse cristalline. Sa composition et ses propriétés rappellent l'érythrite chlorhydrique préparée par M. de Luynes.

» *Érythrite nitrobromhydrique.* — On introduit l'érythrite bromhydrique en poudre dans un mélange froid de 1 partie d'acide azotique fumant et 2 parties d'acide sulfurique concentré. La température s'élève légèrement. Après un contact de quelques minutes, on verse le tout dans l'eau froide, et on lave complétement le précipité floconneux, blanc, qui se forme. Dissous dans l'alcool bouillant, il laisse déposer de longues aiguilles blanches, flexibles, qui affectent la forme de prismes :

	Analyse.	Calcul.
Carbone	13,71	14,20
Hydrogène	2,00	1,77
Oxygène	28,00	28,41
Brome	47,39	47,33
Azote	8,90	8,29

correspondant à la formule

$$C^8H^6Br^2O^4(2AzO^4).$$

» Ce corps est insoluble dans l'eau; il fond à 75 degrés, il ne détone pas par le choc, comme le nitro-érythrite, et se décompose par la chaleur en fournissant des vapeurs jaunes : une solution bouillante de potasse l'altère, la liqueur brunit, il se forme de l'azotate.

» *Érythrite nitrochlorhydrique.* — Ce corps s'obtient, comme le précédent, en faisant réagir le mélange d'acides azotique et sulfurique sur l'érythrite chlorhydrique :

	Analyse.	Calcul.
Carbone	19,27	19,58
Hydrogène	2,41	»
Oxygène	38,56	»
Chlore	28,52	28,10
Azote	11,24	»

correspondant à la formule

$$C^8H^6Cl^2O^4(2AzO^4).$$

» Il cristallise facilement dans l'alcool, fond à 60 degrés. Mêmes propriétés que précédemment. »

PHYSIOLOGIE. — *Des prétendues émanations virulentes volatiles et de l'état sous lequel les virus sont jetés dans l'atmosphère par les sujets atteints de maladies contagieuses.* Note de **M. A. Chauveau**, présentée par M. Bouley.

« Dans les Mémoires que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les virus et la théorie de la contagion naturelle, j'ai démontré que la propriété contagifère, dans les humeurs virulentes, n'est pas fixée sur les substances dissoutes, mais sur les particules solides et figurées que ces humeurs tiennent en suspension.

» Trois séries d'expériences ont été consacrées à cette démonstration :

» 1° Si l'on étend, dans une grande quantité d'eau, une humeur virulente capable de produire à la peau, par inoculation sous-épidermique, une lésion locale bien circonscrite et bien caractérisée, et si l'on inocule cette dilution, la lésion ne se produit pas ou se produit avec tous ses caractères : il n'y a jamais d'effet intermédiaire. Sur un nombre déterminé de piqûres, faites exactement dans les mêmes conditions, il y en a plus ou moins qui avortent, suivant le degré de la dilution. Il se produit alors ce qui arrive avec les dilutions spermatiques, employées pour faire la fécondation artificielle. La dilution éloigne les uns des autres les éléments doués d'activité et n'atténue pas cette activité. Ces éléments ne peuvent donc exister dans l'humeur virulente autrement qu'à l'état de particules solides indépendantes, comme les spermatozoïdes dans l'humeur spermatique.

» 2° Après avoir procédé, par le lavage et la filtration, à la séparation des éléments corpusculaires suspendus dans une humeur virulente, si l'on inocule isolément ces corpuscules et l'eau de lavage, l'inoculation échoue avec celle-ci et réussit avec ceux-là. Donc, les particules solides *seules*, c'est-à-dire sans sérum, jouissent de la propriété contagifère.

» 3° Enfin quand on couvre une humeur virulente d'une couche d'eau distillée, la diffusion amène rapidement dans l'eau les substances dissoutes de l'humeur. L'inoculation de cette eau, puisée à la surface de la couche, avec un tube capillaire, permet donc d'étudier l'activité des substances dissoutes *seules*, c'est-à-dire sans les corpuscules figurés suspendus dans l'humeur. Or cette inoculation ne donne que des résultats négatifs.

» C'est cette dernière série d'expériences qui a été le point de départ des nouvelles recherches que je vais soumettre à l'Académie. Elles se rapportent à l'état des virus dans l'air infecté par les sujets atteints de maladies contagieuses.

» Avec les données précédentes sur l'état physique des éléments actifs

des humeurs virulentes, pouvait-on continuer à accepter la vieille théorie du miasme volatil, pour expliquer la présence des virus dans les milieux atmosphériques contaminés? Je ne l'ai pas pensé. Dans ma théorie de la contagion dite *miasmatique*, j'ai admis que le virus se trouve aussi au milieu de l'air à l'état de particules solides, qui y sont jetées surtout par la respiration des sujets malades. Si, en effet, les éléments virulents sont incapables de se répandre dans l'eau par diffusion moléculaire, ils doivent être non moins incapables de se répandre de cette manière dans l'air. Cependant il était nécessaire d'en donner la démonstration directe. Voici, entre autres faits recueillis à l'instigation de M. Chevreul, ceux qui m'ont permis de résoudre expérimentalement la question.

» Étant admises la volatilité des substances virulentes et leur diffusibilité dans l'air, il est évident que ces substances doivent se répandre au sein de l'atmosphère avec la vapeur d'eau que l'évaporation spontanée enlève au véhicule. Si l'atmosphère est limitée, si la vapeur d'eau qu'elle contient peut se condenser sur les parois du vase limitant, il est encore évident que toutes les substances amenées par la diffusion dans l'air, avec la vapeur d'eau, se retrouveront dans les gouttelettes résultant de la condensation de cette vapeur. Si donc on recueille ces gouttelettes et qu'on les inocule, il devient facile de s'assurer qu'elles contiennent ou non les éléments virulents.

» L'expérience est très-simple et très-facile à faire. La matière virulente est recueillie dans une cupule, qui repose sur un disque plat en verre, et qu'on recouvre d'une petite cloche ou éprouvette. Pour activer l'évaporation, on place le disque sur un bain de sable, ou sur une brique chauffée, dont la température ne dépasse pas 40 degrés centigrades. De même, pour faciliter la condensation, si la température ambiante n'est pas très-basse, on coiffe l'éprouvette avec du coton, sur lequel on verse de temps en temps quelques gouttes d'éther. Les gouttelettes, qui ne tardent pas à se former sur les parois de l'éprouvette, sont aspirées et rassemblées à l'aide d'un tube capillaire. Puis on inocule comparativement le liquide ainsi obtenu et la matière virulente dont il émane.

» Parmi les virus qui sont regardés comme aptes à se propager par l'air, deux m'ont particulièrement servi, pour ces expériences, depuis 1868. Ce sont le virus de la variole et celui de la clavelée. J'ai, dans tous les cas, constaté que l'inoculation échoue avec les liquides enlevés par évaporation spontanée à la matière virulente, tandis qu'avec celle-ci l'inoculation réussit toujours.

» Dernièrement, j'ai pu répéter deux fois cette expérience avec le virus du typhus épizootique, celui de tous les virus qui se répand peut-être le plus subtilement au sein de l'atmosphère. Dans ces deux circonstances j'ai inoculé impunément, c'est-à-dire avec résultat négatif, l'eau extraite, par le procédé qui vient d'être décrit, de liquides réputés éminemment virulents : les larmes, le jetage du nez, les matières diarrhéiques.

» Ainsi les virus improprement dits volatils sont incapables de se répandre dans l'atmosphère, en s'interposant, par diffusion vaporeuse ou gazeuse, entre les molécules de l'air. Les éléments doués de la virulence ne peuvent pas exister au sein de l'atmosphère sous un autre état que dans les humeurs des sujets malades, c'est-à-dire qu'ils affectent la forme de particules solides tenues en suspension.

» Les conditions qui permettent aux virus de se répandre sous cette forme dans l'atmosphère sont incomparablement plus défavorables, à la transmission des maladies contagieuses par l'absorption respiratoire, que les conditions inhérentes à la diffusion moléculaire vaporeuse ou gazeuse. Aussi quand il est possible d'étudier l'explosion d'une maladie aussi éminemment contagieuse que la peste bovine, de manière à déterminer rigoureusement les causes immédiates de la eontagion, observe-t-on que, si l'infection par l'intermédiaire de l'air se manifeste très-fréquemment dans les atmosphères confinées, il n'en est plus de même à l'air libre. Le plus souvent, la contagion à grandes distances s'opère par le transport direct des matières contagifères fixées à des intermédiaires de diverses sortes et par l'absorption de ces matières dans les voies digestives. La police sanitaire des épizooties a largement à profiter de ces conclusions. »

PHYSIQUE. — *Observations sur un cas de carbonisation d'épis de blé dans un incendie allumé par la foudre.* Note de MM. Derennes et Lartigue, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Pendant un orage qui a éclaté sur le village de Bray-Rully, près de Senlis (Oise), le 9 aout 1868, une grange appartenant à M. Boucher, cultivateur, fut frappée par la foudre; un commencement d'incendie se déclara dans les gerbes qu'elle contenait.

» On constata que, le long des murs, l'électricité s'était frayé parallèlement plusieurs passages verticaux, formant des espèces de cheminées. Dans la masse des gerbes, on remarqna qu'il s'était formé, par la destruction d'une certaine quantité de celles-ci, des cavités correspondant avec ces

cheminées, et de plus en plus nombreuses et considérables à mesure que l'on se rapprochait du sol. On ne put y recueillir que des cendres et des débris calcinés, excepté dans l'une d'elles, qui était tout à fait à la partie inférieure. Dans celle-ci, il était resté des agglomérations d'épis et de pailles d'un aspect singulier, et dont les reflets métalliques attirèrent l'attention; comme un tuyau de zinc avait été fondu près de là par la foudre, on pensa qu'il y avait eu transport de métal volatilisé sur ces épis, dont nous présentons un échantillon, recueilli par feu M. le Dr Assollant, de Senlis.

» Un examen plus attentif et quelques essais chimiques nous ont montré qu'il s'agit simplement d'une carbonisation. L'épi a formé une sorte de squelette charbonneux, qui présente une certaine solidité et a conservé, après carbonisation, la plupart de ses caractères extérieurs : il offre à la loupe des détails très-délicats; il a perdu environ les $\frac{3}{4}$ de son poids. Le charbon n'est pas à l'état de graphite; c'est une sorte de coke qui brûle avec difficulté, et, à la longue, se dissout entièrement à 60 degrés dans le mélange d'acide nitrique fumant et de chlorate de potasse; il se comporte donc à peu près comme le charbon de cornue à gaz.

» Il serait intéressant de se rendre compte de la manière dont cette sorte de carbonisation s'est produite. Il nous a semblé que, dans le commencement d'un incendie allumé par la foudre, la combustion incomplète de quelques épis dans un espace où l'air manquait n'aurait pas suffi seule à produire la température que suppose la transformation en coke; cette température ne pouvait résulter non plus de l'influence des autres incendies partiels, localisés dans des cavités analogues.

» Ne pourrait-on pas dès lors penser, malgré l'absence de graphite, que cette carbonisation s'est faite sur le trajet même de l'étincelle électrique? »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la direction des étoiles filantes; par* **M. Chapelas.**

« Les recherches dont je présente aujourd'hui un résumé portent sur une période de vingt années (1848-1868), formant un groupe de 39771 observations, qui se décomposent ainsi : 29686 observations recueillies à toutes les époques de l'année, et 10085 faites pendant les périodes du mois d'août et les retours accidentels de novembre.

» Si nous examinons d'abord les résultats que peuvent fournir toutes ces

observations prises en bloc, c'est-à-dire sans tenir compte des diverses grandeurs qui affectent les météores, nous trouvons que ces 39771 observations se répartissent ainsi :

Printemps.	Été.	Automne.	Hiver.
3169 étoiles.	23481 étoiles.	10976 étoiles.	2145 étoiles.

» Les météores vont donc en augmentant du printemps à l'été, et diminuent de l'automne à l'hiver : résultat parfaitement en harmonie avec le mouvement annuel du nombre horaire moyen calculé par M. Coulvier-Gravier. Tous ces météores fournissent une trajectoire moyenne d'environ 16°,5.

» Calculant ensuite la direction moyenne de ces quatre groupes, nous avons :

Printemps.	Été.	Automne.	Hiver.
3°59′ — SSE (SSE-SE).	6°35′ — SE (SE-ESE).	16°56′ — S (S-SSE).	11°8′ — S (S-SSE).

Ce qui donne pour direction générale du courant météorique

11°4′ — SSE (SSE-SE).

» Donc, si l'on considère les étoiles filantes sans se préoccuper aucunement de leurs diamètres apparents, on trouve que leur direction moyenne oscille constamment vers le sud, quelle que soit l'époque de l'année. De plus, comme le météore filant apparaît toujours dans la partie du ciel diamétralement opposée à celle d'où il vient, on doit trouver toujours aussi, dans la région nord du ciel, le centre de moyenne position des étoiles filantes, ainsi que je l'ai démontré dans un Mémoire précédent.

» Actuellement, on sait que nous avons distribué les météores filants suivant six grandeurs bien déterminées, et que, nous fondant sur de nombreuses expériences, nous avons démontré que ces six grandeurs, c'est-à-dire ces six diamètres apparents, proviennent uniquement de la hauteur de ces corps dans l'atmosphère, et non pas de la plus ou moins grande agglomération de matière météorique. Nous sommes donc naturellement conduits à rechercher ce que deviennent ces premiers résultats obtenus, en décomposant par grandeurs les 39771 observations que nous discutons ici, et à examiner en même temps si cette direction générale constante des étoiles filantes n'a pas sa raison d'être dans ces diverses grandeurs elles-mêmes.

» Si nous classons d'abord ces 39771 météores suivant leur ordre de

grandeur, sans tenir compte de l'époque de l'année, nous obtenons :

Pour les 1res grandeurs	......	2497 météores
2es »	......	3918 »
3es »	......	7137 »
4es »	......	8847 »
5es »	......	8050 »
6es »	......	9322 »
Total....		39991 météores.

Ce qui montre clairement que, plus on s'élève dans l'atmosphère, plus le nombre des étoiles filantes devient grand, point important à signaler, comme on va le voir. Il est utile de remarquer aussi que, en ne considérant que les météores les plus rapprochés de nous, c'est-à-dire les premières et deuxièmes grandeurs, leur nombre est infiniment restreint, comparé au chiffre fourni par l'ensemble des autres tailles.

» Tenant compte maintenant à la fois des diamètres apparents et des diverses époques de l'année, nous avons le tableau suivant :

	Printemps.	Été.	Automne.	Hiver.
1re grandeur....	148 météores	1558 météores	709 météores	84 météores.
2e » ...	258 »	2404 »	1086 »	170 »
3e » ...	573 »	4214 »	2030 »	320 »
4e » ...	622 »	5476 »	2310 »	439 »
5e » ...	613 »	4789 »	2175 »	473 »
6e » ...	955 »	5040 »	2668 »	659 »

» Ce résultat, joint à celui qui précède, affirme donc cette loi curieuse que l'on peut énoncer ainsi : *Le nombre des étoiles filantes croît en raison inverse de leur taille,* loi qui déjà avait été pressentie par M. Coulvier-Gravier.

» Si nous calculons alors la direction moyenne des étoiles filantes, en tenant compte d'abord des grandeurs seulement, nous trouvons :

Pour les 1res grandeurs	....	E-NE
2es »	....	E-ESE
3es »	....	ESE-SE
4es »	....	ESE-SE
5es »	....	SE-SSE
6es »	....	S-SSE

Résultat qui explique d'une manière évidente la direction moyenne des étoiles filantes, que nous avons calculée au commencement de ce travail; car, ainsi qu'on va le voir tout à l'heure, sauf les météores de première et

deuxième taille dont la direction moyenne, suivant l'époque de l'année, est tantôt nord, tantôt sud, la direction moyenne pour les autres grandeurs de météores oscille constamment entre le sud et le sud-est.

» Or, comme nous l'avons fait remarquer, le nombre d'étoiles filantes fourni par ces dernières grandeurs étant beaucoup plus considérable que le nombre d'étoiles recueillies pour les première et deuxième tailles, il s'ensuit évidemment que, dans le calcul de la résultante générale, la présence des composantes qu'elles produisent entraîne inévitablement le résultat que nous signalions plus haut.

» Enfin, si nous calculons la direction moyenne des étoiles filantes par grandeurs et suivant les deux principales époques de l'année, nous obtenons ce dernier résultat curieux :

	Hiver.	Été.
Pour les 1res grandeurs	S-SSE	ENE-NNE
» 2es »	S-SSE	E-ESE
» 3es »	SSE-SE	SE-ESE
» 4es »	S-SSE	SE-ESE
» 5es »	S-SSE	SE-SSE
» 6es »	S-SSE	SE-SSE

» De l'examen de ce tableau, nous pouvons donc tirer cette déduction importante : *Il existe deux sortes de courants météoriques : le premier ayant une direction constante ; le second au contraire variant avec l'époque de l'année ; le premier régnant dans les couches supérieures de l'atmosphère ; le second ayant son action dans une région plus voisine du sol.*

» En terminant, je crois utile de faire suivre ce travail de quelques réflexions purement météorologiques qui ne seraient pas sans intérêt, en présence des résultats que nous venons de constater.

» En effet, ce premier courant, établi aux limites supérieures de l'atmosphère, représente évidemment le courant théorique qui transporte les couches extrêmes, de l'équateur aux pôles. Le second, au contraire, représente le courant inférieur, des pôles à l'équateur, subissant les influences des saisons et les influences locales.

» On sait que, dans nos contrées, en hiver les vents du sud au sud-ouest sont les plus fréquents, tandis qu'en été ce sont les vents du nord qui dominent : observations que Schouw résume en disant :

» En hiver, la direction des vents inférieurs est plus australe que dans le reste de l'année. Au printemps les vents d'est, est-sud-est sont plus communs. En été les vents soufflent souvent de l'ouest, mais en même temps

les vents du nord deviennent plus fréquents; d'où il résulte que la direction du vent dans cette saison est au nord de celle de l'année. Enfin, en automne, le règne des vents méridionnaux reprend plus d'intensité.

» Il faut donc donner une plus grande profondeur à la zone des courants inférieurs et ne pas considérer seulement comme telle celle où s'engendrent les vents règnant à la surface du sol et ceux qui transportent les différentes couches de nuages. Ce qui doit être en effet, théoriquement parlant, si l'on tient compte de la hauteur présumée de l'atmosphère.

» La plupart de ceux qui ont recherché les causes du peu de progrès de la météorologie n'ont pas manqué de reconnaître, au seuil de la question, que tout provenait de ce qu'on avait négligé les phénomènes généraux pour ne s'occuper que des phénomènes particuliers. La marche la plus logique n'était-elle pas, en effet, de déterminer les lois générales qui président au mouvement des couches d'air qui environnent la terre et, une fois ces lois déterminées, de trouver l'effet des circonstances locales; c'est-à-dire qu'il fallait étudier les vents dans une région où ils sont à l'abri des influences du sol. L'illustre Biot l'avait bien senti. « Il faut observer en haut, disait-il, » afin de pouvoir saisir les mouvements généraux et non des mouvements » particuliers qui ne sont pas l'expression des grandes lois d'équilibre de » cette masse fluide; et l'on reconnaîtra bientôt que ces lois sont fixes et » immuables, que la variété de leurs effets n'est qu'apparente, et par conséquent qu'il est possible de les déterminer. »

» N'en serait-il pas de même pour la question des étoiles filantes, si, au lieu d'étudier cette question dans toute sa généralité par une longue série d'expériences, nous nous étions restreints, comme beaucoup d'autres, à l'étude des directions spéciales suivies par quelques météores au moment des grandes apparitions. Mais, suivant un ordre plus logique, nous avons voulu d'abord déterminer le mouvement général de ces courants météoriques; et aujourd'hui, détachant de ces faits généraux les faits particuliers, nous sommes arrivés au résultat que nous venons de développer, résultat très-important pour la physique du globe. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des lésions du tissu conjonctif lâche (tissu cellulaire) dans l'œdème* (1). Note de **M. L. Ranvier**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans les œdèmes produits expérimentalement par la ligature de la veine cave inférieure et la section de l'un des nerfs sciatiques, le tissu conjonctif présente des modifications qui, par leur nature et la rapidité avec laquelle elles se produisent, me paraissent dignes de fixer l'attention. En effet, si, chez un chien auquel on a lié la veine cave inférieure au-dessous des veines rénales et coupé l'un des nerfs sciatiques, on étudie le tissu conjonctif œdémateux quinze ou vingt heures après le début de l'expérience, on y constate les altérations suivantes (2). Les faisceaux conjonctifs sont séparés les uns des autres par du sérum transparent, dans lequel nagent de nombreux globules blancs (cellules lymphatiques) normaux et présentant des excroissances sarcodiques. Les cellules fixes du tissu conjonctif, qui, à l'état normal, sont plates, hyalines, grandes et étalées à la surface des faisceaux conjonctifs, ont pris une forme globuleuse et sont remplies de granulations réfringentes.

» Les cellules adipeuses montrent, autour de la grosse goutte de graisse qui les caractérise, des granulations analogues aux précédentes et simulant un collier de perles; enfin les vaisseaux capillaires, les artérioles et les veinules sont distendus par du sang, et la face interne de leur paroi est recouverte de nombreux globules blancs.

» De ces divers phénomènes, ceux qui sont relatifs au système vasculaires sont importants, parce qu'ils montrent que, dans l'œdème passif, il y a, outre l'exsudation séreuse, dilatation des vaisseaux sanguins, accumulation des globules blancs le long de leur paroi, et départ de ces globules au dehors : faits qui, depuis les recherches de M. Cohnheim (3), étaient considérés comme appartenant en propre à l'inflammation.

---

(1) L. Ranvier, *Recherches expérimentales sur la production de l'œdème* (*Comptes rendus*, 20 décembre 1869). — Quelques-uns des faits consignés dans la présente Note ont été déjà communiqués à la Société de Biologie, en janvier 1870.

(2) Pour étudier le tissu conjonctif œdémateux, on en sépare de petites portions à l'aide des ciseaux courbes. Celles-ci sont placées sur une lame de verre porte-objet, puis recouvertes d'une lamelle de verre, enfin légèrement comprimées. Sur de semblables préparations, les faisceaux de tissu conjonctif, les fibres élastiques, les cellules conjonctives, les cellules adipeuses, les vaisseaux sanguins et les globules blancs épanchés se distinguent d'une manière admirable, parce qu'ils sont séparés par de la sérosité.

(3) *Ueber Entzündung und Eiterung, in Arch. von Virchow*, 1867.

» Les modifications des cellules du tissu conjonctif présentent encore un intérêt plus grand, et il est direct. Pour cela, il convient d'en faire une analyse plus détaillée. Les cellues conjonctives proprement dites, qui à l'état physiologique sont constituées simplement par une lame de protoplasma, au milieu de laquelle un noyau plat est fixé, ont repris une forme cellulaire franche. Elles sont devenues sphériques ou ellipsoïdes, et, dans leur intérieur, autour du noyau devenu également sphérique, au milieu du protoplasma gonflé et grenu, on observe des granulations nombreuses, ayant de $0^{mm},001$ à $0^{mm},004$. Les granulations ont des caractères physiques et chimiques particuliers : elles sont rondes; leur réfringence est supérieure à celle de l'albumine, et moindre que celle de la graisse; quand on les soumet à l'action de l'acide acétique, de l'acide chromique ou du bichromate de potasse (1), elle s'amoindrissent, deviennent plus réfringentes et possèdent alors tous les caractères des granulations graisseuses.

» Les granulations formées à la périphérie des cellules adipeuses sont semblables aux précédentes; comme celles-ci, elles ne sont pas constituées par de la graisse seule : elles ne sauraient donc provenir d'une simple fragmentation de la goutte graisseuse centrale. Pour en saisir la signification, il convient de revenir sur la constitution de la cellule adipeuse. En employant pour l'étude du tissu cellulo-adipeux la méthode des injections interstitielles (2) avec une solution de nitrate d'argent (au millième), on constate, dans la cellule adipeuse, trois parties distinctes : une membrane anhiste enveloppante; au dessous d'elle, une couche de protoplasma tapissant toute la face profonde de celle-ci et renfermant un noyeau lenticulaire; en troisième lieu, la goutte de graisse centrale. Il résulte de cette disposition que la goutte de graisse est séparée de la membrane enveloppante par une couche continue de protoplasma, et que celui-ci, si on le développe par la pensée, représente, avec son noyau, une cellule plate semblable à la cellule du tissu conjonctif. C'est dans le protoplasma de la cellule adipeuse que les granulations indiquées plus haut prennent naissance. Il y a donc dans la cellule adipeuse une partie semblable à la cellule conjonctive, aussi bien au point de vue pathologique qu'au point de vue de la morphologie.

---

(1) L'acide acétique a été employé en solution au centième, l'acide chromique au dix-millième et le bichromate de potasse au millième.

(2) Pour cette méthode, *voy.* L. Ranvier : *Des cellules du tissu conjonctif* (*Comptes rendus*, 21 juin 1869).

» En terminant, je ferai ressortir les points les plus importants de cette Communication : 1° l'épanchement des globules blancs du sang, dans l'œdème comme dans l'inflammation suppurative; 2° la transformation graisseuse rapide des cellules du tissu conjonctif et du protoplasma des cellules adipeuses; 3° l'analogie morphologique des cellules conjonctives et des cellules adipeuses.

» Les expériences qui forment la base de ce travail ont été faites dans le laboratoire de Médecine du Collége de France. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la stéatose viscérale que l'on observe à l'état physiologique chez quelques animaux*. Note de **M. J. Parrot**, présentée par M. Stan. Laugier.

« La stéatose viscérale, c'est-à-dire l'infiltration graisseuse des éléments parenchymateux proprement dits, à l'état physiologique, est à peine signalée par les anatomistes. Que sait-on, en effet, de celle du foie, de toutes la plus étudiée? Connaît-on des signes certains qui permettent de différentier l'état gras compatible avec la santé, de celui qui fait naître la maladie? Et pourtant si l'on excepte ce qui a été dit du foie, il ne reste acquis à ce point d'anatomie, du moins à notre connaissance, que quelques observations de MM. Frerisch (*Bright'sche Nierenkrankeit;* Braunschweig, 1851) et Vulpian (*Comptes rendus de la Société de Biologie*), sur la stéatose du rein. Le premier de ces auteurs l'a signalée chez le chat, et le second en a fait une étude beaucoup plus complète chez cet animal et chez le chien.

» Les recherches dont nous présentons le résultat à l'Académie ont été faites principalement sur les animaux qui d'ordinaire sont utilisés pour les études physiologiques ou de pathologie expérimentale.

» Elles nous ont montré qu'à l'état de santé parfaite, l'encéphale, les poumons, le cœur lui-même, mais surtout le foie et les reins, sont le siége d'une stéatose, sur laquelle l'âge, l'enbonpoint général, l'état de plénitude ou de vacuité du tube digestif et quelques autres conditions moins faciles à préciser, exercent une influence incontestable.

» Dans le cerveau, la graisse se substituant en quelque sorte au liquide et au protoplasma qui entoure les noyaux de la névroglie, se rassemble à leur périphérie, sous la forme de gouttelettes plus ou moins ténues et souvent assez abondantes, pour les envelopper complétement, et de la sorte former des corps granuleux, en tout semblables à ceux qui ont été décrits par Glüge

comme un produit de l'inflammation. D'autres fois, les particules graisseuses s'accumulent dans la gaîne lymphatique d'un certain nombre de vaisseaux, dont les plus volumineux nous ont toujours semblé être des veines. La stéatose du réticulum n'existe pas dans toutes les régions de l'encéphale; on la constate d'une manière à peu près exclusive, et par ordre de fréquence, dans le corps calleux où elle est plus accentuée que partout ailleurs, puis au-dessous de l'épendyme des ventricules latéraux et dans les centres hémisphériques. Chez les couleuvres et les grenouilles, elle siége surtout à la périphérie des lobes cérébraux. A l'exception des reptiles et des batraciens que nous venons de nommer, chez lesquels la stéatose cérébrale a été notée sur des sujets adultes, on peut dire, sans préjuger l'état anatomique de la vie fœtale, qu'on l'observe seulement chez les animaux nouveau-nés. La période durant laquelle elle existe est courte, mais nous n'avons pu jusqu'ici en fixer la durée. Chez les chats, on n'en trouve plus aucune trace, à partir de quatre mois, et chez les cobayes elle n'existe à aucune époque de la vie utérine.

» Pour ce qui est de la stéatose de la gaîne lymphatique, elle paraît d'autant plus abondante que l'animal est plus vieux.

» A tous les âges, et sans exception d'espèces, les cellules épithéliales qui tapissent les alvéoles pulmonaires contiennent des particules graisseuses, tantôt en petit nombre, d'autres fois en quantité assez considérable, pour constituer de véritables corps granuleux. Les poumons du chat sont les plus gras que nous ayons examinés, et il n'est pas rare de voir à l'œil nu, à la périphérie des lobes, de petites taches arrondies, blanchâtres et opaques, dues à des groupes d'alvéoles remplis de graisse. L'épithélium à cils vibratiles qui tapisse les bronches de la grenouille est infiltré de granulations graisseuses. En général, la stéatose pulmonaire est beaucoup plus marquée à la périphérie que dans les parties centrales.

» Dans les faisceaux primitifs du muscle cardiaque, la présence de quelques particules de graisse n'a été constatée que rarement chez certains rongeurs nouveau-nés, tels que les cobayes et les rats.

» Le foie, au moment de la naissance ou peu de temps après, est très-friable, d'une teinte jaunâtre, et la plupart des cellules parenchymateuses y sont remplies de fines gouttelettes graisseuses, en général d'égales grosseurs, et assez abondantes pour masquer le noyau.

» Les reins du chat sont excessivement gras, comme on le devine de prime abord à la résistance toute particulière de ces organes, à de petits îlots jaunâtres, apparents à la surface, à la coloration jaune cuir-neuf de la

couche corticale; et comme le prouve le microscope en décelant, dans l'épithélium des tubules, une grande quantité de grosses gouttes d'huile. Le rein du chien est moins gras que dans l'espèce précédente; celui des oiseaux adultes, des couleuvres et des grenouilles ne l'est qu'à un faible degré, et l'on ne constate aucun indice de graisse dans celui des rongeurs et des jeunes oiseaux. Les tubes des pyramides sont excessivement stéatosés et les glomérules ne le sont jamais.

» Sur l'origine et le rôle de cette graisse, on ne peut que faire des hypothèses. Il est permis de supposer que le sang est son véhicule; que, suivant les circonstances, il la dépose dans les éléments figurés des viscères avec une grande facilité, et qu'il l'y reprend de même. Il semble qu'elle soit une réserve de combustible, pour les cas où la nutrition est brusquement et profondément modifiée, comme il advient au moment de la naissance et durant l'hibernation. On peut même se demander si la condensation de la graisse par le foie, le poumon, et, chez les carnassiers, par le rein, ne doit pas être considérée comme une fonction de ces viscères. Mais tout cela attend une démonstration.

» Plusieurs observations nous autorisent à affirmer qu'à l'état physiologique, dans l'espèce humaine comme chez les animaux précédemment étudiés, le cerveau est dans les mêmes régions, mais d'une manière plus accentuée, le siége d'une stéatose diffuse; que celle-ci peut être considérée comme un indice de son imperfection et comme essentiellement liée à son développement; que les poumons, le foie et les reins sont également stéatosés; mais ces deux derniers viscères, à un degré moindre que dans les espèces animales que nous avons observées; enfin, que cette stéatose viscérale, après avoir débuté, pendant la vie intra-urérine, à un moment que nous ne pouvons préciser, va croissant jusqu'à la naissance, époque à laquelle il atteint son maximum, pour décroître ensuite progressivement, et disparaître même dans quelques organes, le cerveau, par exemple. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des modifications que subit le lait de femme par suite d'une alimentation insuffisante. Observations recueillies pendant le siége de Paris; par* **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

« Il existe dans la science un certain nombre d'expériences ayant pour but de démontrer l'influence de l'insuffisance de l'alimentation sur la composition du lait; mais la plupart de ces expériences ont eu les animaux pour objet. Le siége de Paris est venu m'offrir une occasion d'expérimenter sur

le lait de femme. Vers la fin de novembre 1870 j'avais pu réunir quarante-trois femmes, ayant un enfant à la mamelle et soumises à une alimentation insuffisante; j'ai recueilli un nombre assez considérable d'observations, dont je désire faire connaître aujourd'hui les principaux résultats à l'Académie.

» Les belles expériences de MM. Dumas, Payen et Boussingault ont démontré qu'une vache pesant un certain poids a seulement besoin, pour son entretien, d'un certain équivalent d'aliments. Le surplus des aliments qu'on lui donne sert à fournir le lait, et ce lait est en proportion de l'excès alimentaire. Il a été prouvé que, dans ce cas, la vache conserve son poids. Mais si l'on donne à cette vache le poids d'aliments strictement nécesssaire, on la voit bientôt produire son lait au détriment de sa propre substance : plus la sécrétion du lait sera abondante, plus on la verra dépérir. Or les choses se passent à peu près de la même façon chez la femme.

» Les quarante-trois femmes que j'ai observées peuvent se diviser en trois catégories :

» 1° Douze d'entre elles, âgées de 21 à 28 ans, avaient un lait assez abondant et d'assez bonne qualité en général : l'enfant profitait bien, mais c'était aux dépens de la mère, qui s'épuisait de jour en jour;

» 2° Quinze, ayant de 18 à 33 ans, avaient peu de lait et un lait pauvre à l'analyse : leurs enfants dépérissaient et étaient généralement atteints d'entérite;

» 3° Seize, ayant de 25 à 32 ans, n'avaient pour ainsi dire pas de lait : plus des trois quarts des enfants se mouraient littéralement de faim.

» Toutes ces femmes étaient dans la plus grande misère et soumises, depuis un temps plus ou moins long, à une alimentation insuffisante. Je donnerai plus tard *in extenso* l'histoire de mes quarante-trois observations, que je crois devoir contrôler en ce moment par la répétition de quelques analyses. Je me contenterai aujourd'hui d'exposer trois observations dont je puis répondre, qui mettront surtout en lumière l'influence de l'alimentation insuffisante sur l'augmentation de l'albumine dans le lait, coïncidant avec la diminution de la caséïne.

» *Première observation.* — Joséphine D..., 22 ans, a deux enfants et nourrit le dernier depuis cinq mois. Cette femme, que je vois pour la première fois le 2 décembre 1870, est grande, bien faite, un peu pâle. Elle me raconte que, depuis le commencement du siége, elle a été soumise à de grandes privations, qu'elle a continuellement des défaillances, des tiraillements d'estomac. Elle ne s'est pas aperçue que son lait ait diminué, et elle le croit de bonne qualité, puisque son enfant n'a pas souffert depuis le commencement du siége. En effet, l'enfant est robuste et présente toutes les apparences de la santé.

» L'analyse du lait recueilli le 3 décembre, faite par le procédé Doyère, donne les résultats suivants : sur 100 parties, beurre 3,10; caséine 0,24; albumine 2,20; sucre 6,25; sels 0,20.

» Cette femme me dit que depuis plus de trois semaines elle prend pour toute nourriture 300 grammes de pain, deux ou trois pommes de terre, environ 50 grammes de pois ou de haricots secs par jour, et la valeur d'un litre de vin tous les quatre jours.

» Pendant cinq jours, je l'alimente de la façon suivante : à 8 heures du matin, une tasse de chocolat au lait, avec environ 50 grammes de bon pain; à midi, une sardine, 30 grammes de beurre salé, 200 grammes de filet de cheval, 50 grammes de jambon fumé, un peu de confitures de groseilles, 200 grammes de pain, une demi-bouteille de bon vin de Bordeaux et une tasse de café noir; à 7 heures du soir, un potage au riz avec de l'oseille, 30 grammes de thon mariné, 150 grammes de bœuf conservé, 100 grammes de volaille en daube, 50 grammes de conserves d'abricots, une demi-bouteille de vin et 200 grammes de pain.

» Ce régime fut suivi exactement depuis le 4 décembre au matin jusqu'au 9 décembre. Le lait recueilli ce jour-là offre à l'analyse les chiffres suivants : beurre 4,16; caséine 1,05; albumine 1,15; sucre 7,12; sels 0,30.

» J'ai pu alimenter convenablement cette femme pendant deux mois. Elle a repris tous les signes de la santé, et son enfant est bien portant.

» *Deuxième observation.* — Hortense G..., 21 ans, n'a jamais eu qu'un enfant, qu'elle nourrit depuis six mois. Elle est placée à peu près dans les mêmes conditions que la précédente : elle est pâle et amaigrie, et des chagrins domestiques viennent s'ajouter pour elle aux souffrances générales. Son enfant présente tous les caractères de la diarrhée cholériforme.

» Lorsque je la visite pour la première fois, le 11 décembre 1870, elle ne mange, depuis plus de quinze jours, que 200 grammes de pain, un potage aux haricots ou au riz assaisonné avec de la graisse, et 100 grammes de cheval tous les trois jours. Elle boit de l'eau et habite un logement humide. Son lait est très-peu abondant, il est clair, et son enfant dépérit chaque jour.

» Le lait recueilli le 12 décembre présente les chiffres suivants à l'analyse : beurre 2,90; caséine 0,18; albumine 1,95; sucre 6,05; sels 0,16.

» Le 12 décembre, je soumets cette femme au régime que j'ai décrit dans l'observation précédente, mais je suis obligé de l'interrompre le lendemain, à cause d'une indigestion provoquée sans doute par la faiblesse de son estomac réfractaire à une alimentation substantielle, après les cruelles privations qu'elle a subies. Le 15 décembre, après plusieurs essais et certains ménagements, j'arrive à instituer l'alimentation réparatrice, qu'elle supporte très-bien jusqu'au 19 décembre inclusivement.

» Le 20 décembre, l'analyse du lait donne pour résultats : beurre 5,12; caséine 1,15; albumine 0,95; sucre 7,05; sels 0,25.

» Grâce à l'inépuisable et héroïque charité d'une femme qui, pendant le siége de Paris, a secouru bien des misères, j'ai pu faire suivre à Hortense G. un régime reconstituant, qui lui a sauvé la vie ainsi qu'à son enfant.

» *Troisième observation.* — Louise D., 29 ans, nourrit son premier enfant depuis dix mois environ. Elle est couturière sans ouvrage et a été abandonnée depuis trois mois par son mari. Cette femme, d'une constitution chétive, est atteinte de gastralgie et présente tous les symptômes d'une anémie profonde. Son enfant a la diarrhée depuis un mois et a un

aspect cachectique. Elle habite un logement sans feu, dans une cour infecte et humide, et n'a pour toute nourriture par jour depuis un mois que 250 grammes de pain, un peu de riz, des pois cassés; 100 grammes de viande de cheval tous les deux jours, des potages aux lentilles assaisonnés avec de la graisse, et 2 litres de vin par semaine.

» Je vois cette femme le 21 décembre. Le lait recueilli le jour même accuse : beurre 2,95; caséine 0,31, albumine 2,35; sucre 5,90; sels 0,25.

» Louise D. a, comme son enfant, un peu de diarrhée et des nausées; aussi, avant de commencer l'expérience, je lui prescris un régime de quelques jonrs. Le 26 décembre, elle est tout à fait remise, et je lui administre l'alimentation réparatrice, jusqu'au 30 décembre inclusivement.

» La nouvelle analyse du lait donne alors : beurre 4,10; caséine 1,90; albumine 1,75; sucre 5,95; sels 0,31.

» L'enfant meurt, le 2 janvier, emporté par la diarrhée cholériforme qui avait pris le caractère foudroyant.

» Je me borne, quant à présent, à l'exposition de ces trois faits, qui me paraissent propres à montrer l'influence de l'alimentation insuffisante sur les proportions de l'albumine dans le lait. Ils conduisent d'ailleurs aux conclusions générales suivantes, qui n'ont peut-être pas toutes, je l'avoue, le mérite d'une entière nouveauté :

» 1° Les effets de l'alimentation insuffisante sur la composition du lait de femme ont la plus grande analogie avec ceux qu'on observe chez les animaux;

» 2° Ces effets varient selon la constitution, l'âge, les conditions hygiéniques, etc;

» 3° L'alimentation insuffisante amène toujours, dans des proportions qui varient, une diminution dans le chiffre du beurre, de la caséine, du sucre et des sels, tandis qu'elle augmente généralement celui de l'albumine;

» 4° Dans les trois quarts des cas, ou du moins d'après mes expériences, la proportion de l'albumine, dans l'alimentation insuffisante, est en raison inverse de celle de la caséine;

» 5° Les modifications apportées dans la composition du lait par une alimentation réparatrice se manifestent toujours d'une façon remarquable au bout de quatre à cinq jours. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur des phénomènes singuliers observés en Écosse pendant les périodes orageuses du 18 juin et du 5 juillet 1871*; *par* **M. W. de Fonvielle.**

« Je demanderai à l'Académie la permission de présenter quelques observations sur des phénomènes observés pendant ces deux périodes remar-

quables, et relatés dans le *Scotsman,* un des principaux journaux d'Écosse, pays où, comme on le sait, l'amour des sciences naturelles est très-répandu.

» L'orage du 18 juin a été précédé par une série de mirages extraordinaires que l'on put observer presque tous les jours, pendant près d'une semaine, en se promenant sur la rive méridionale du Firth of Forth. La ville d'Édimbourg, où se publie le *Scotsman,* est située dans le fond de ce golfe, et par conséquent aucun doute raisonnable ne peut être émis sur la réalité des faits racontés dans le numéro du 19 juin. C'est surtout le samedi 17, veille de l'orage, que les apparences étaient le plus dignes de la réputation de la Fée-Morgana. Elle montra des rochers vagabonds aux formes étranges, qui se transformaient et voyageaient à la surface de l'eau, qui paraissaient et disparaissaient, pour reparaître et disparaître ensuite. Les habitants émerveillés virent apparaître des arbres chargés de feuilles, des champs, des maisons de campagne. Les villages et les châteaux de la rive septentrionale semblaient s'être avancés dans l'eau. La pente de May, presque invisible, et qui serait très-dangereuse pour les navigateurs si l'on n'y avait construit un phare, avait été entièrement transformée : elle ressemblait à un rocher élevé de 20300 mètres d'élévation. Ce qui permettra peut-être de donner une théorie satisfaisante de ces phénomènes, c'est que le phare était devenu invisible, et qu'on voyait à sa place une tour immense d'une forme inconnue. Ajoutons qu'il avait fait très-chaud le matin, et que la rive septentrionale du Forth était couverte d'un brouillard épais.

» Il serait curieux de savoir si d'autres apparitions des *Fata morgana* ont été suivies par de violents orages, dans des pays où ces phénomènes s'observent moins rarement. S'il en était ainsi, on pourrait ranger ces apparences remarquables au nombre des pronostics naturels des tempêtes, ce qui ne m'étonnerait point.

» Une autre circonstance me paraît digne d'appeler l'attention de l'Académie. L'orage du 18 juin et l'orage du 5 juillet ont éclaté avec une extrême violence, précisément dans le même district. Quoique leurs ravages aient été très-étendus, le maximum de violence semble avoir été réservé, dans les deux cas, pour les rives de la Tweed, célèbre rivière qui sépare l'Écosse de l'Angleterre. Est-ce que cette circonstance ne tiendrait point à la forme particulière du Cheviat, des montagnes qui portent son nom et à la configuration géologique du sol? C'est une question que je ne fais que poser.

» Les causes de la foudre du 18 juin ont eu tant de force dans ce pays si singulièrement favorisé, que cinq individus, réfugiés sous la porte d'une

écurie, ont perdu connaissance tous à la fois. Il est vrai qu'ils sont tous les cinq revenus à la vie. Les coups de foudre du 5 juillet ne paraissent pas avoir été plus cléments, car le fluide a tué d'un seul coup sept animaux de la race ovine, quatre moutons et trois agneaux. On ajoute même que la foudre a creusé une fissure dans le sol; mais peut-être a-t-on mis sur le compte du fluide le fait produit par les eaux pluviales, dont l'abondance était extrême. En moins d'une heure, il est tombé une hauteur d'eau de plus de $3\frac{1}{2}$ millimètres. L'orage a duré quatre heures, pendant lesquels la hauteur totale a dépassé 4 millimètres, y compris l'eau provenant de la fusion des grêlons. Leur nombre était si grand, qu'au coucher du soleil ils n'étaient pas encore tous fondus, et ils étaient tombés vers 3 heures. Un correspondant du *Scotsman* prétend qu'il est tombé de la neige dans le nord-est de Kelso.

» Les fulgurations qui ont eu lieu, dans ces deux occasions, en diverses localités de l'Écosse, ne sont point elles-mêmes sans offrir un certain intérêt.

» Un paysan qui fauchait du foin dans les environs de la ville de Rou a été tué par la foudre. Je supposerais que cet accident peut bien avoir été produit par le morceau de fer qu'il tenait à la main. Il ne semble pas impossible que l'électricité, développée par influence dans une masse de fer isolée, suspendue à quelque distance de terre, ait été assez grande pour donner lieu à une explosion.

» Un accident, sinon analogue, au moins du même genre, arrivé à Inverness pendant l'orage du 5 juillet, me paraît de nature à conduire à la même conclusion. Le soir, les habitants s'aperçurent que l'horloge de l'église s'était arrêtée. En examinant de près ce qui avait eu lieu, on constata que la foudre avait suivi le fil de fer attaché au marteau des heures. Le fluide était descendu le long du pendule, et avait sauté sur des barres de fer situées à distance, en brisant la boîte de bois où le pendule était renfermé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'extension du Gulfstream dans le Nord et sur la température des mers.* Note de **M. Ch. Grad.**

« Si les manifestations du Gulfstream sont connues pour la première moitié de son cours, il n'en est pas de même de son extension dans le Nord. Sorti du golfe du Mexique par le détroit de Floride, ce grand courant de l'Atlantique fait ses premières étapes le long des États-Unis jusqu'au delà du cap Hatteras. Sur ce parcours, sa température ne descend pas

au-dessous de 25 degrés centigrades et reste longtemps supérieure, même en hiver, alors que, sur la côte d'Afrique, à latitude égale, la moyenne de l'air, à Tunis, pour le mois de janvier, est seulement de 12 degrés. Après avoir dépassé le cap Hatteras, le courant chaud se détourne de l'Amérique pour s'avancer à l'est du méridien de Terre-Neuve, où, par 42 degrés de longitude occidentale de Paris, sa température oscille entre 19 et 24 degrés du mois de janvier au mois de juillet. Ses eaux se portent ensuite au nord-est, pour embrasser les côtes d'Europe jusqu'au sein de l'océan Glacial. Sans elles, l'Angleterre et l'Allemagne auraient le climat désolé du Labrador; la péninsule scandinave disparaîtrait, comme le Groënland, sous des glaciers immenses; l'extrémité de la Norwége, où le soleil ne paraît pas pendant tout un mois, se refroidirait au point de congeler le mercure, comme il arrive, sous le même parallèle, en Asie et en Amérique, au lieu d'être baignée à Fruholnn par une mer à 3 degrés de température au moins par 71 degrés nord. Bref, le Gulfstream forme sur son parcours une source permanente de chaleur, que M. James Croll estime égale à celle qui est versée par le soleil sur une surface de 8 millions de kilomètres carrés sous l'équateur, et à l'influence de laquelle nous attribuerons, avec M. Petermann, le degré avancé de la civilisation en Europe.

» Dans une Communication faite à la séance du 16 juillet 1866, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur l'extension du Gulfstream dans les parages des Spitzbergen et de la Nouvelle-Zemble. Les observations exactes sur la température des mers boréales, faites par les marins norvégiens, russes et allemands, pendant les cinq dernières années, ainsi que celles des expéditions scientifiques au Groënland et aux îles Spitzbergen, confirment pleinement mes premières assertions. Elles permettent, en outre, de suivre le développement des glaces polaires, dont M. Élie de Beaumont a recommandé d'étudier les mouvements annuels, soumis à des variations plus ou moins considérables d'une année à l'autre, suivant la température et les autres phénomènes climatériques. En suivant la marche de la température dans les dernières ramifications du Gulfstream, je vais essayer, dans cette Note, d'indiquer les rapports du courant chaud avec la limite des glaces fixes ou flottantes entre le Groënland et le nord de l'Europe, pendant les deux dernières années.

» D'après de nombreux sondages, le Gulfstream atteint le fond de l'océan Atlantique, entre l'archipel des Hébrides et celui des Fer-oers, par 60 degrés de latitude, avec une température de 5°,3 à 770 brasses de profondeur. A 1 degré de latitude plus au nord, entre le groupe des Fer-oers et les îles

Schetlands, le courant ne descend plus qu'à 200 brasses, et des eaux froides d'origine polaire règnent, plus bas, jusqu'à la profondeur de 640 brasses. Plus haut encore, par 60 degrés de latitude, l'amiral Irminger trouva une température de 7°, 5 à 60 brasses de profondeur, contre 10 degrés à la surface. Les eaux du Gulfstream se partagent ensuite en deux branches, dont l'une va droit au nord, en longeant les côtes occidentales des îles Spitzbergen, et l'autre à l'est, du côté de la Nouvelle-Zemble. La branche occidentale, ou des Spitzbergen, dépasse, en été, 80 degrés de latitude, où elle atteint encore 2 degrés centigrades. La ligne isotherme de 2 degrés, tracée par M. Aug. Petermann d'après les observations des expéditions allemandes dans l'océan Glacial, suit, en juillet, un cours sinueux entre le méridien de Paris et 10 degrés de longitude ouest, allant de 68 degrés de latitude sur la côte du Groënland à 80 degrés nord, tandis que la lisière des glaces impénétrables aux navires venait toucher le Groënland oriental vers 76 degrés de latitude en août 1869, et près de 82 degrés de latitude sous le méridien de Paris. De son côté, le courant froid polaire qui descend le long du Groënland entame, à trois reprises, les eaux tièdes dirigées vers le nord. Il les refoule d'abord du côté de Terre-Neuve en venant du nord-ouest, puis à l'est de l'Islande en venant du nord, enfin dans les parages de l'île Baeren en venant du nord-est. Cette triple attaque des eaux polaires donne aux isothermes d'été du Gulfstream de profondes inflexions, dont elles ne présentent plus de traces en hiver, saison pendant laquelle l'isotherme de 7 degrés, passant de Terre-Neuve au nord de l'Europe continentale, est remplacée par l'isotherme de 2 degrés, ce qui porte à 5 degrés la variation de la température des eaux de l'Atlantique à la surface et durant le cours de l'année. Les limites du Gulfstream se dessinent mieux en hiver qu'en été, et le mouvement des glaces flottantes s'arrête pendant la saison froide, puisque sur cent rencontres de glace dans le nord de l'océan Atlantique, quatre-vingt-dix se rapportent à l'intervalle du mois d'avril au mois d'août, et dix seulement au restant de l'année.

» La branche orientale ou du cap Nord du courant chaud est plus puissante que celle des Spitzbergen. Jamais un glaçon n'a passé à sa surface pour aller frapper le nord de la Norwége. Sa température reste assez élevée pour que la mer ne gèle jamais dans ces parages jusqu'à l'entrée de la mer Blanche, même pendant les hivers les plus rudes. Selon M. de Middendorff, cette température atteignit, pendant l'été de 1870, de 10 à 12 degrés C. entre le cap Nord et l'île de Kolgujew, marquant encore de 4 à 6 degrés à 40 brasses de profondeur à l'entrée de la mer Blanche. Au débouché de

cette mer, le courant se rafraîchit à peine. Il indiquait encore 8 degrés et plus, à 50 lieues des côtes et par 72 degrés de latitude, en juillet 1870, tandis qu'en août 1869, le Dr Bessels observa constamment de 4 à 5 degrés sur une ligne parallèle à 74 degrés de latitude jusqu'aux abords de la Nouvelle-Zemble. Dans le voisinage des glaces, un peu plus au nord, le thermomètre descendit au-dessous de 1 degré. Un courant froid paraît suivre une sorte de canal au fond de la mer le long de la côte occidentale de la Nouvelle-Zemble; mais on a encore trouvé, à une faible distance de cette côte, en face du détroit de Matotschkin et par 74 degrés nord, une température de 6 à 8 degrés. En somme, les eaux du Gulfstream conservent en été une température à peu près constante du cap Nord à l'île de Kolgujew, pour descendre ensuite plus rapidement jusqu'à la Nouvelle-Zemble. Quant à la lisière des glaces, elle se montra au nord de cette île, à la fin de l'été de 1869, entre 76 et 77 degrés de latitude, tandis qu'en septembre 1870, le capitaine Johanesen, parvenu par 77 degrés nord à l'extrémité de la Nouvelle-Zemble, n'aperçut pas un vestige de glace à l'horizon, affirmant que la mer était probablement libre jusqu'au dernier cap de l'Asie. A l'intérieur de la mer de Kara, dont la réputation est si mauvaise, quoique à tort, plus de trente baleiniers norwégiens se sont avancés en tous sens sans aucune difficulté, à la fin de l'été dernier, trouvant à la surface de l'eau une température de 2 à 4 degrés C., due surtout à l'influence directe de l'insolation.

» En résumé, les eaux tièdes du Gulfstream s'avancent au sein de l'océan Glacial jusqu'au delà de 80 degrés de latitude à l'ouest des Spitzbergen et à 76 degrés sur la côte occidentale de la Nouvelle-Zemble. Des bandes d'eau plus froide se présentent par intervalles dans ces dernières ramifications, et, par suite du faible mouvement des eaux, la direction même des courants est difficile à observer. Malgré cette difficulté et la peine qu'on éprouve à déterminer nettement la part exacte des différents agents susceptibles de contribuer à une température de 2 degrés à la surface de la mer, l'arrivée du Gulfstream à l'extrémité nord de la Nouvelle-Zemble a été constatée par la présence de bois flotté, de grosses tiges de bambous, de graines d'*Entada gigalobium* venues du Brésil, de flotteurs et d'ustensiles de pêche venus des îles Loffoden ou du Finmark, sous l'influence des courants. En insistant sur l'importance des observations thermométriques faites pendant les dernières années dans les mers boréales, observations auxquelles les encouragements de l'Association scientifique de France, sous l'impulsion de M. Le Verrier, ont contribué pour une bonne part, je dois

faire remarquer aussi la pénurie d'observations semblables sur les mers qui baignent nos côtes. La marche de la température dans les eaux des mers qui baignent la France est encore inconnue. Aujourd'hui cependant que les institutions météorologiques de la Norwége et de l'Angleterre ont fait établir des observations régulières sur la température des mers, il serait opportun d'en faire autant sur nos propres côtes, où ces observations pourraient être organisées sans frais notables, avec le concours de l'administration des phares, de l'Association scientifique et de la Société météorologique de France. Il y a là une lacune importante à combler pour l'étude de la physique du globe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Études sur l'origine des courants d'air principaux; par* **M. Lartigue.**

« Il n'existe que quatre courants principaux dans les deux hémisphères : ceux d'entre le N. et le N.-E., ceux d'entre le N. et le N.-O., ceux d'entre le S. et le S.-E., et ceux d'entre le S. et le S.-O. Les courants qui se dirigent des pôles vers l'équateur sont des *courants polaires,* et ceux qui, dans les zones tempérées, remontent vers les pôles sont des *courants tropicaux.*

» Les courants polaires sont dus à la différence qui existe entre la température de la zone torride et les températures plus ou moins basses des zones tempérées ou des zones glaciales. Quelquefois ils prennent naissance dans la zone torride; mais le plus ordinairement l'air froid commence à se mettre en mouvement, vers l'équateur, dans les zones tempérées ou dans les zones glaciales. Dans les deux cas, l'air relativement froid, observé dans la partie de la zone torride où règnent les vents alizés, ne peut provenir que des régions voisines des pôles, et, en supposant que la surface de ces régions soit entièrement couverte par un air plus ou moins froid, celui-ci ne se dilatera jamais assez vite pour couvrir en entier la surface de chacune des zones sur lesquelles il devra passer, pour parvenir jusqu'à celle des alizés. Cet air devra donc se diviser en plusieurs parties et donner lieu à la formation d'un certain nombre de courants d'air polaires.

» Ces courants refroidissent d'abord plus ou moins les points de la surface terrestre au-dessus desquels ils passent; mais, quelque temps après qu'ils ont commencé, le ciel devient clair et le soleil réchauffe graduellement cette surface et l'air qui l'environne. Dès que cet air est suffisamment chaud, il tend à s'élever, de manière à maintenir la partie inférieure des

courants polaires à une certaine distance du sol; lorsque cette distance est assez considérable, il peut y survenir soit des calmes, soit des brises de jour et des brises de nuit, et souvent même des vents tropicaux qui se glissent entre le sol et les courants polaires. Ces effets se produisent sur tous les points où ces derniers sont établis, mais principalement sur les côtes occidentales des continents et des îles, et dans le voisinage des montagnes.

» Les vents polaires du N.-O. ou du S.-O., suivant l'hémisphère, soufflant soit à côté, soit au-dessus de ceux du N.-E. ou du S.-E., appartiennent souvent au même courant polaire que ces derniers.

» Dans les circonstances où les vents d'entre le N.-E. et le N.-O., ou d'entre le S.-E. et le S.-O., ne jouissent pas de toutes les propriétés des courants polaires, ils pourraient bien ne pas avoir pris naissance du côté des pôles, et appartenir à un cyclone ou bien dériver d'un des courants d'air principaux.

» L'influence de la rotation de la terre fait dévier les vents polaires sur la droite dans l'hémisphère boréal, et sur la gauche dans l'hémisphère austral; mais elle ne peut, dans aucun cas, déterminer des changements brusques dans la direction des vents, car cette influence ne peut s'exercer que *graduellement*.

» Dans notre hémisphère, les vents de S.-E. sont tantôt extrêmement chauds et très-secs (comme le sirocco), tantôt accompagnés de pluies très-abondantes, et parfois plus froids que ceux du N.-E.; les vents de S.-O. n'y sont pas toujours chauds, pluvieux et orageux, ils y sont quelquefois un peu froids et accompagnés de beau temps; enfin, avec les vents de S.-E., comme avec ceux du S.-O., le baromètre est parfois élevé et souvent très-bas. Il semble que de tels effets ne pourraient se produire, si chacun de ces courants provenait d'une seule et même source.

» Les vents de S.-E. et de S.-O. sont quelquefois la continuation des vents polaires de l'hémisphère austral. Les premiers parviennent jusqu'à l'équateur en soufflant le long de la surface terrestre; ceux du S.-O. y parviennent aussi, mais en se maintenant dans les régions supérieures de l'atmosphère, d'où ils descendent souvent lorsqu'ils arrivent dans la zone d'aspiration. Tous les deux peuvent, à cause de leur vitesse acquise, se propager dans notre hémisphère, en passant dans les intervalles qui ne sont pas remplis par les vents alizés ou par les vents polaires.

» Aussitôt que ces vents ont dépassé l'équateur, ils perdent une partie des propriétés des vents polaires, plus ou moins vite, suivant qu'ils soufflent

plus ou moins longtemps le long de la surface terrestre ou dans les régions superficielles de l'atmosphère.

» On a reconnu que des courants d'air parvenant jusqu'aux zones tempérées et jusqu'aux zones glaciales prenaient naissance dans la zone torride, aux points où la raréfaction de l'air devient la plus considérable, c'est-à-dire *dans la zone d'aspiration*. La cause première de ces courants est la haute température de l'air; là, en effet, l'air étant très-chaud, et par conséquent très-léger, il tend à monter vers les hautes régions de l'atmosphère, et lorsque son mouvement ascensionnel est arrêté, une partie se porte vers le pôle nord et l'autre partie vers le pôle sud.

» Il est à remarquer que, dans les cas fréquents où la zone d'aspiration se trouve éloignée de l'équateur, les courants d'air dévient, entre lui et cette zone, en sens inverse de celui que l'influence de la rotation devrait leur imprimer.

» Les divers courants d'air polaires que l'on observe dans les zones tempérés n'ont qu'une certaine largeur, et c'est dans les intervalles qui ne sont pas remplis par ces courants que s'établissent les courants tropicaux. Sur les points occupés par les premiers, la pression atmosphérique augmente de la zone torride aux environs des pôles; elle diminue, au contraire, sur les points occupés par ces derniers. Dans le premier cas, la température décroît assez rapidement; dans le deuxième cas, sa décroissance est très-lente. La pression diminuant proportionnellement plus vite que la température, l'air chaud ne doit éprouver aucune difficulté à se porter vers les pôles.

» D'un autre côté, sur certaines parties de la zone torride, les alizés parviennent jusqu'à une très-grande hauteur, tandis que, sur d'autres parties, leur limite supérieure se trouve près du sol, d'où l'on est fondé à conclure que, dans les régions élevées de l'atmosphère, il existe, comme à la surface terrestre, en dehors des tropiques, des courants d'air se dirigeant vers l'équateur, en même temps que, à côté d'eux, d'autres courants se dirigent vers les pôles; l'air chaud qui s'est élevé de la zone d'aspiration peut donc se porter naturellement vers les points où la limite supérieure est rapprochée du sol, et prendre une direction presque parallèle à celle des alizés qui parviennent dans les régions plus élevées de l'atmosphère, sans que l'influence de la rotation intervienne.

» Un grand nombre d'observations, faites surtout dans les îles de la zone torride et dans les Pyrénées, m'ont fait reconnaître que l'ascension de l'air chaud était arrêtée par des courants d'air froid venant du côté des pôles,

et qu'il y avait une grande analogie entre ce qui se passe pour cet air et la fumée qui sort des cheminées.

» Les vents qui prennent naissance dans la zone d'aspiration ont des propriétés malfaisantes, et, suivant qu'ils s'élèvent sur des terres sèches et arides, ou sur des terres marécageuses, sur des lacs ou sur la mer, ils sont plus ou moins saturés de vapeurs d'eau. Ils apportent toujours avec eux le germe de plusieurs maladies graves.

» Lorsque l'air froid qui arrête l'ascension de l'air chaud se maintient dans les régions élevées, celui-ci ne commence à s'étaler qu'à une très-grande hauteur; mais lorsque le premier est approché du sol, l'air chaud peut s'étaler à la surface même, et, dans ce cas, se porter vers les côtes occidentales des continents et des îles où les alizés sont plus fréquemment interrompus que sur les côtes orientales. Les vents d'ouest ainsi produits sont connus, par les navigateurs, sous le nom de *mousson de l'ouest;* ils n'acquièrent quelque intensité que dans les lieux où une certaine portion d'air, se détachant des courants alizés, vient, en tournant plus ou moins vite, se réunir à eux.

» Pendant l'été, les vents de l'hémisphère opposé se réunissent quelque fois avec ceux de la mousson de l'ouest; alors ils peuvent souffler en coup de vent et quelquefois déterminer un ouragan.

» Les alizés des deux hémisphères sont quelquefois en contact à la surface terrestre; ils le sont plus souvent dans les régions supérieures de l'atmosphère, où l'influence qu'ils exercent les uns sur les autres les fait varier du N.-E à l'E., au S.-E et au S.-O. Dans notre hémisphère, les propriétés de ces sortes de vents tropicaux diffèrent de celles des vents qui ont pris naissance dans la zone d'aspiration. Les mêmes effets se produisent, dans la zone d'aspiration, sur les points qui, près des limites extérieures des alizés, ne sont pas remplis par les courants polaires. Dans les deux cas, les propriétés des vents sont à peu près les mêmes.

» Le courant tropical le plus important est produit par une portion d'air qui, près des tropiques, se détache des alizés, en tournant plus ou moins vite, de manière à former un courant circulaire dans les zones tempérées. Ils sont, à mon avis, les seuls contre-courants des alizés. A l'état de contre-courants, ils sont d'une nature bienfaisante, et ils n'acquièrent une grande intensité que dans les circonstances où les vents de l'hémisphère opposé se réunissent à eux.

» Les vents polaires rencontrent assez souvent, dans les zones tempérées, mais surtout dans les zones glaciales, des courants tropicaux qui les empê-

chent de parvenir jusqu'à la zone torride; les premiers varient alors comme il a été indiqué pour ceux qui se rencontrent dans les régions supérieures de l'atmosphère, et leurs propriétés sont à peu près les mêmes. »

PALÉONTOLOGIE. — *De la présence d'un reptile du type Mosasaurien dans les formations jurassiques supérieures de Boulogne-sur-Mer.* Note de **M. H.-L. SAUVAGE**, présentée par M. Milne Edwards.

« Le plus ancien Mosasaurien connu est le *Geosaurus Sœmmerringii*, de Monheim et de Solenhofen : or cette dernière localité appartient au kimméridgien inférieur; il n'en a pas été signalé plus haut dans la série jurassique. Reparaissant dans le grès-vert de New-Jersey (*G. Mitchelli* et *Mosasaurus Maximiliani*), ce type se continue jusqu'à la partie inférieure de la craie, par les *Mosasaurus Hofmanni* et *gracilis*. Il y a donc là une interruption dans la vie du type Mosasaurien, interruption apparente, car les types sont toujours en continuité dans le temps; on ne les voit jamais disparaître tout à fait pour revivre plus haut; l'interruption ne tient qu'à l'état imparfait de nos connaissances.

» M. R. Owen a publié, sous le nom de *Leiodon*, un reptile du type Mosasaurien, caractérisé par ses dents, dont le côté interne est aussi convexe que l'externe, et dont la couronne, à coupe elliptique, est bordée de chaque côté par une côte tranchante.

» La seule espèce connue, *L. anceps*, vient de la craie de Meudon. C'est à ce genre *Leiodon* qu'appartiennent des dents et un fragment de maxillaire, trouvés dans les marnes du portlandien moyen du Portel, près Boulogne, et dans les argiles qui forment la partie supérieure du kimméridgien; ce genre descend encore un peu plus bas, dans le niveau à Ammonites *longispinus* du kimméridgien moyen. Le genre *Leiodon* a donc apparu presque aussi anciennement que le genre *Geosaure*, et vivait pendant l'époque jurassique supérieure, avec les Sténéosaures, le Pliosaure, le Mégalosaure, le Ptérodactyle; nous avons, en effet, retrouvé ces genres dans nos assises du Kimméridge et du Portland.

» L'espèce que nous proposons de nommer *Leiodon primævum* est caractérisée par des dents lisses, fortes, plus ou moins grandes et courbées, suivant la place qu'elles occupaient, à faces régulièrement bombées, séparées de chaque côté par une forte arête tranchante, régnant depuis la base jusqu'au sommet de la couronne, qui est pointu. Les plus grandes dents ont 65 millimètres de hauteur, 25 et 18 pour les deux diamètres près de la base.

Comme l'a fait remarquer M. P. Gervais, c'est à tort que « l'on décrit les » dents de Mosasaures comme réellement acrodontes, à la manière de celles » de beaucoup de Sauriens actuels. » Dans notre Leiodon, les dents s'enfoncent dans de larges et profondes alvéoles, qui occupent presque toute la hauteur de la mâchoire; la racine se soude ainsi intimement au corps de l'os par la couche de cément qui l'entoure; elle est creusée d'une cavité remplie d'une tige de matière calcaréo-siliceuse, provenant de la pétrification; cette cavité va régulièrement et insensiblement en se rétrécissant, de la base de la racine à la couronne; elle s'étend jusqu'un peu au-dessus de la moitié de celle-ci. Les Ptérygoïdiens étaient très-vraisemblablement garnis de dents plus petites, dont l'une des faces est sensiblement plus plane. »

M. Guyot annonce que la gelée signalée dans la nuit du 17 au 18 mai s'est fait sentir très-fortement aux environs de Nancy; elle a fait éprouver des dommages à la culture de la vigne, des arbres fruitiers, des haricots et des pommes de terre.

M. Prigent adresse une Note relative à une observation qui aurait été faite sur des hirondelles amenées à déplacer leurs nids, pour les soustraire aux projectiles de guerre.

M. H. Sainte-Claire Deville appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire publié par *M. Quintino Sella,* et donne lecture de la Note suivante :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. Quintino Sella, ministre des Finances du royaume d'Italie, un très-savant et très-instructif Rapport sur l'industrie minérale de la Sardaigne.

» La question posée par le Parlement italien a été résolue dans cet ouvrage de la manière la plus complète. Les métallurgistes, les chimistes et les géologues y trouveront les documents théoriques et pratiques des plus précieux, et je crois bon de leur indiquer l'existence d'une publication administrative où toutes les ressources de la science sont utilisées de la manière la plus fructueuse, pour les savants comme pour les industriels.

» L'Académie reconnaîtra, dans l'auteur de cet hommage, le savant cristallographe, l'élève et l'ami de notre regretté confrère M. de Senarmont, à la mémoire duquel M. Quintino Sella, comme tous ses élèves et moi, nous sommes restés attachés par un profond sentiment d'affection et de respect. »

« M. Chasles fait hommage à l'Académie, de la part de M. *le prince Boncompagni*, des livraisons des sept derniers mois de 1870, du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Nous citerons d'abord un article intéressant de M. Govi, le savant professeur de Turin, sur trois Lettres de Galilée, publiées en 1867 et reproduites dans la livraison de juillet. Puis des *Recherches historiques* de M. Govi, sur l'invention du *niveau à bulle d'air*, recherches provoquées par un passage des *Matériaux divers pour l'Histoire des Mathématiques*, insérés par M. Wolf, professeur d'astronomie à Zurich, dans le tome II du *Bullettino*, 1869 (p. 313-342).

» Le numéro d'août renferme un article de M. Th.-H. Martin *sur un ouvrage faussement attribué à Aristarque de Samos*. Il s'agit de l'ouvrage sur le nouveau Système du monde, publié sous le titre : *Aristarchi Samii de Mundi systemate, partibus et motibus ejusdem, Libellus,* suivi de Notes de Roberval. On avait pu croire que l'ouvrage était d'Aristarque même, et les Notes seules de Roberval. Le P. Mersenne, en publiant une deuxième édition de l'ouvrage en 1647, l'a admis ainsi. Y avait-il eu tromperie intentionnelle de Roberval? Ménage l'a supposé. M. Henri Martin dit à ce sujet : « Ce qui a donné à Roberval la pensée de fabriquer, sous le nom d'Aristarque de Samos, cet ouvrage sur le Système du monde, c'est que, bien » qu'il n'en soit pas question dans le seul ouvrage qui nous reste de cet » auteur, il est certain qu'Aristarque de Samos, dans un ouvrage perdu, » avait émis l'hypothèse de la rotation diurne de la terre et de sa révolution annuelle autour du Soleil. » Il cite le témoignage d'Archimède au commencement de l'*Arénaire*, de Plutarque, etc.

» A la suite, se trouvent des Notes de M. G. Friedlein, se rapportant à l'Histoire des Mathématiques, particulièrement sur les signes + et —, et sur le calcul de Victorius.

» Les livraisons de septembre et octobre sont consacrées à une étude des ouvrages et des instruments des arpenteurs hollandais de la fin du XVIe siècle et du commencement du XVIIe siècle, par M. le professeur G.-A. Vosterman van Oijen.

» Nous citerons, dans la livraison de novembre, une dissertation historique et critique sur l'Arithmétique de M. Andrea Stiattesi; puis une Notice biographique de M. Ernest Schering, traduite de l'allemand par M. le Dr Maupin, sur l'éminent géomètre Riemann, notre Correspondant, que les sciences ont perdu en 1866.

» Cette Notice est suivie d'un Catalogue fort utile des ouvrages de Riemann, imprimés séparément ou dans les divers recueils scientifiques.

» Plusieurs de ces livraisons du *Bullettino* contiennent une indication très-étendue des publications mathématiques et physiques renfermées dans les recueils scientifiques de tous les pays. »

« **M. Chasles** présente, de la part de l'auteur, M. *L. Cremona,* de Milan, plusieurs opuscules mathématiques écrits en italien. Il s'y trouve un Mémoire sur les lignes de courbure des surfaces du deuxième ordre, extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne;* deux Notes sur la surface du quatrième ordre douée d'une conique double, extraites des *Rendiconti* de l'Institut royal lombard ; deux Notes sur les transformations rationnelles des figures dans l'espace, extraites des mêmes *Rendiconti;* enfin une Note renfermant des observations géométriques au sujet d'une Note de M. Brioschi sur les tangentes doubles de la courbe du quatrième ordre à point double. »

M. Jamin avait l'intention de présenter à l'Académie une nouvelle machine magnéto-électrique de *M. Gramme;* l'heure avancée ne lui permet pas de faire aujourd'hui cette Communication, qui sera remise à la séance prochaine.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide que, dans la prochaine séance, il sera procédé, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de *M. Auguste Duméril.*

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

ERRATA.

(Séance du 3 juillet 1871.)

Page 34, ligne 12, *au lieu de* Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie, *lisez* Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le tome LXX de ses *Comptes rendus* (premier semestre de l'année 1870) est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE. — *Sur le principe de la moindre action.* Addition au Mémoire lu devant l'Académie dans la séance du 12 juin 1871; *par* **M. J.-A. Serret.**

« Dans le Mémoire que j'ai communiqué à l'Académie le 12 juin dernier, j'ai démontré que la *variation du deuxième ordre* de l'intégrale à laquelle se rapporte le principe *de la moindre action* est essentiellement positive, et j'ai conclu de là l'existence effective du *minimum* de l'intégrale dont il s'agit.

» L'analyse dont j'ai fait usage repose sur la considération d'un certain nombre $n(n-1)$ de fonctions $X_{i,\lambda}$ définies par un système de $n(n-1)$ équations différentielles simultanées, et qui renferment, dans leurs expressions, $\frac{(n-1)(3n-2)}{2}$ constantes arbitraires; le nombre n est celui des variables q_i

au moyen desquelles on peut exprimer les coordonnées des corps du système, en faisant usage des liaisons. Toutes mes formules subsistent tant que les $n(n-1)$ fonctions $X_{i,\lambda}$ restent finies, et que le déterminant X, formé avec les mêmes fonctions $X_{i,\lambda}$ et les n dérivées $\frac{dq_i}{dt}$ ou q'_i, ne se réduit pas à zéro. J'ai démontré que ce déterminant ne peut pas être identiquement nul, et, voulant demeurer dans la généralité de l'analyse, j'ai pu conclure à l'existence du minimum, ce qui était l'objet que j'avais en vue.

» Mais il reste à examiner, dans cette question difficile, des détails sur lesquels j'espère avoir l'occasion de revenir plus tard. Pour le moment je me bornerai à présenter une simple remarque, qui résulte d'ailleurs immédiatement de mon analyse.

» Le déterminant X est une fonction déterminée du temps t ou, plus généralement, de la variable indépendante qu'on voudra choisir, et cette fonction renferme, comme les fonctions $X_{i,\lambda}$, $\frac{(n-1)(3n-2)}{2}$ constantes arbitraires. Au moyen de ces arbitraires, on peut faire en sorte que X ait une valeur quelconque donnée pour $t = t_0$, limite inférieure de l'intégrale considérée. Mais, quelles que soient les valeurs que l'on suppose aux arbitraires, le temps croissant à partir de t_0, il arrivera généralement que l'on aura $X = 0$ pour une certaine valeur de t, et il pourra se faire aussi que, pour une certaine valeur de t quelqu'une des fonctions $X_{i,\lambda}$ cesse d'être finie. La plus petite valeur de t pour laquelle l'une ou l'autre de ces circonstances se présentera sera plus ou moins grande selon les valeurs attribuées aux arbitraires, mais elle pourra avoir une limite supérieure $t_0 + \tau$. C'est donc alors seulement pour les valeurs de t, comprises entre t_0 et $t_0 + \tau$, qu'on peut assigner aux fonctions $X_{i,\lambda}$ des valeurs finies qui ne réduisent pas à zéro le déterminant X; et, en conséquence, t_1 désignant la limite supérieure de l'intégrale considérée, il faut supposer

$$t_1 < t_0 + \tau,$$

pour l'entière exactitude de la conclusion que j'ai énoncée. L'existence du minimum est assurée tant que t_1 est inférieur à $t_0 + \tau$; mais il peut arriver que, pour $t_1 = t_0 + \tau$, il n'y ait plus de minimum. On sait que diverses questions de maximum et de minimum conduisent à des conclusions analogues. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie du mouvement non permanent des eaux, avec application aux crues des rivières et à l'introduction des marées dans leur lit;* par **M. de Saint-Venant.**

« 1. Le Mémoire sur les *marées fluviales* de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées Partiot, qui vient d'être présenté à l'Académie, et dont j'ai inséré un Extrait au *Compte rendu* de la séance du 10 juillet 1871 (t. LXXIII, p. 91), contient une idée qui, étant complétée, et modifiée dans sa forme, me paraît pouvoir conduire à une solution, depuis longtemps désirée, du problème du mouvement *non permanent* des eaux dans les canaux découverts; ce qui comprend, outre les marées dont il est question, les *crues* des rivières, ainsi que le retrait de leurs eaux, temporairement gonflées par des pluies abondantes.

» 2. *Marée dans un canal.* — M. Partiot suppose, en effet, qu'à l'embouchure d'un fleuve auquel il substitue d'abord, pour simplifier, un canal prismatique rectangle à fond horizontal, la mer, en partant de son niveau le plus bas, s'élève par saccades ou par petits flots qui s'introduisent l'un après l'autre, et produisent dans le canal une suite d'intumescences de hauteur très-petite. La première de ces intumescences s'y propage horizontalement, d'après une formule connue de Lagrange, avec une *célérité*

$$k = \sqrt{gh}, \tag{1}$$

si, g étant l'accélération due à la gravité, h désigne la hauteur d'eau dans le canal à mer basse, et si nous appelons *célérité de propagation* la longueur k qu'acquiert dans l'unité de temps l'intumescence produite; acquisition que l'on ne doit point confondre avec une *vitesse* de transport réel et horizontal de l'eau; car l'intumescence ne s'allonge que parce que les molécules de la surface se soulèvent successivement, et dans des directions presque verticales, en vertu de pressions éprouvées de bas en haut.

» D'autres intumescences viennent ensuite se superposer à celle-ci. L'eau qu'elles introduisent, se mêlant à celle du canal, lui fait acquérir une certaine *vitesse* horizontale que nous supposerons, en abstrayant les frottements, sensiblement la même de la surface au fond. Si nous appelons U cette vitesse acquise quand la profondeur d'eau est devenue y, l'intumescence infiniment petite qui suivra aura, comme l'ont vérifié les expériences de Russel et de M. Bazin, une célérité de propagation

$$k = \sqrt{gy} + \mathrm{U}; \tag{2}$$

et si nous désignons généralement par

(3) $$\tau = F(y)$$

le temps au bout duquel, à partir de l'instant de la basse mer, la hauteur d'eau est devenue y à l'embouchure, nous aurons, au bout du temps quelconque

$$t$$

supérieur à τ, pour la longueur x de cette intumescence formée à partir de l'embouchure sur une eau de profondeur y,

(4) $$x = (t - \tau)k,$$

ou

(5) $$x = [t - F(y)](\sqrt{gy} + U).$$

» Si U peut être exprimé en y, cette équation (5) donne, entre les abcisses horizontales x et les ordonnées verticales y, celle de la courbe qui est formée, dans un plan vertical parallèle aux parois du canal, par l'ensemble des extrémités des intumescences *à l'époque* t, ou marquée par le temps arbitrairement choisi t.

» C'est la courbe qui, dans le Mémoire cité, est appelée le *profil momentané* des eaux du canal, à cette époque.

» 3. *Crues*. — Or, suivant une remarque judicieuse de M. Partiot, la même formule (1) $\sqrt{gh}$, ou, plutôt (2) $\sqrt{gy} + U$, « s'appliquerait à beau-
» coup d'autres phénomènes que celui des marées fluviales, car toute crue
» d'une rivière se propage en vertu de ce que cette formule exprime ».

» En développant cette idée et en nous bornant encore au cas simple d'un canal horizontal à eau primitivement stagnante, supposé fermé à son origine, où une crue est censée produite par l'affluence continue d'un volume d'eau variable, appelons :

» 1° *Avant cette crue,*

» h la hauteur constante de l'eau au-dessus du fond;

» 2° *Au bout du temps* τ,

» Q, par unité de largeur du canal, le volume actuel de la crue, ou le volume que le canal reçoit par seconde, au point où elle prend naissance,

» y la hauteur de l'eau au même point d'origine,

» $U = \frac{Q}{y}$ la vitesse actuelle au même endroit;

» 3° *Au bout du temps quelconque* t,

» x l'abscisse horizontale du point du canal où, alors, l'eau a cette hauteur y.

» Et supposons que le volume d'affluence Q, censé connu en fonction du temps τ, soit donné par la relation

$$(6) \qquad \tau = f(Q).$$

» Comme la crue s'est propagée par des soulèvements successifs ayant produit une suite d'intumescences infiniment petites qui se sont allongées avec des célérités $\sqrt{gy} + U$, pendant des temps $t - \tau$, nous aurons

$$(7) \qquad x = (t - \tau)(\sqrt{gy} + U),$$

ou, comme $Q = Uy$, et eu égard à (6),

$$(8) \qquad x = [(t - f(Uy)](\sqrt{gy} + U).$$

» Cela donne, si l'on peut exprimer U en y, et même si l'on ne peut l'exprimer qu'en y et x à la fois, l'équation, aussi en x et y, du profil longitudinal de l'eau du canal, à l'instant marqué par le temps arbitraire t, qui figure comme une constante dans l'équation (8). Et le problème de la marche de la crue est résolu, au moins en abstrayant, comme nous faisons ici, le frottement, dont l'influence ne se fait sentir qu'au loin quand la crue est forte et subite.

» 4. *Détermination des vitesses* U. — M. Partiot, en construisant ses *profils momentanés* de marées, qui devraient être représentés par l'équation (5), prend simplement $x = [t - F(y)]\sqrt{gy}$, ou abstrait la vitesse acquise U qu'il pense être d'une détermination compliquée, sauf à tenir compte ensuite, sans calcul, de son influence présumée.

» Mais il est facile de voir que cette vitesse peut se calculer très-simplement, soit pour les marées, soit pour les crues, etc.

» En effet si, au moment où la profondeur d'eau est y et où la vitesse est U dans un canal rectangle de largeur a, une intumescence dy y est introduite et se propage pendant un petit temps Δt; le volume de son eau

$$ak\,dy\,\Delta t,$$

étant ajouté au volume

$$ay.U\,\Delta t$$

qui entre ou coule dans le même temps en vertu de la vitesse déjà acquise U, doit égaler tout juste le volume

$$a(y + dy)(U + dU)\,\Delta t$$

qui doit s'introduire par sa section agrandie $a(y + dy)$ en vertu de la vitesse accrue $U + dU$. D'où

$$k\,dy + Uy = (U + dU)(y + dy),$$

ou

$$(9) \qquad y\,dU = (k - U)\,dy;$$

ce qu'on aurait pu poser directement en égalant la quantité d'eau introduite due à la seule augmentation dU de la vitesse U, à la partie du volume de l'intumescence qui est indépendante de cette vitesse.

» Comme (2) $k = \sqrt{gy} + U$, cette équation différentielle revient à

$$(10) \qquad y\,dU = dy\sqrt{gy}.$$

» En l'intégrant de manière que h soit la hauteur y pour $U = 0$, c'est-à-dire avant la marée ou la crue, on a

$$(11) \qquad U = 2\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh},$$

$$(12) \qquad k = 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}.$$

» 5. *Applications.* — De ces expressions simples (11) et (12) et de celles (5), (8), il résulte :

» 1° Que l'équation du profil instantané de la marée fluviale au bout du temps quelconque t est

$$(13) \qquad x = [t - F(y)]\,(3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}),$$

ou

$$(14) \qquad x = \left(t - \frac{T}{\pi}\arcsin\sqrt{\frac{y-h}{H}}\right)(3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}),$$

si l'ascension de la marée est supposée déterminée, à l'embouchure, par la formule approximative de Laplace

$$(15) \qquad y = \frac{H}{2}\left(1 - \cos 2\pi\frac{\tau}{T}\right) = h + H\sin^2\frac{\pi\tau}{T},$$

où $\pi = 3,14159,\ldots$, T est, en secondes, la durée 12 heures 24 minutes d'une marée, et H est la hauteur de celle-ci. La courbe (14) est facile à construire par points en calculant la suite des valeurs de $k = 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}$ pour les hauteurs y répondant à des valeurs de τ de douzième en douzième de T, et en portant, sur des lignes horizontales correspondantes, les valeurs des produits $(t - \tau)\,k$.

» 2° Que l'équation (8) de la courbe de profil en long de la crue consi-

dérée, est, au bout du temps t,

$$(16) \qquad x = \{t - f[(2\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh})y]\}(3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}).$$

» Il serait facile de construire cette courbe par points en faisant sur la marche de la crue, quant au volume affluant à son point d'origine, une hypothèse quelconque, soit celle d'après laquelle elle se retirerait graduellement, comme elle serait arrivée, en suivant pendant un temps T une loi sinusoïdale représentée, q étant le maximum de l'affluence Q, par

$$(17) \qquad Q = Uy = \frac{q}{2}\left(1 - \cos 2\pi\frac{\tau}{T}\right) = q\sin^2\frac{\pi\tau}{T};$$

car, en calculant par cette expression, pour τ pris d'heure en heure, les valeurs de Q et en les substituant dans

$$U = 2\sqrt{g\frac{Q}{U}} - 2\sqrt{gh},$$

d'où l'on tirera numériquement les valeurs de U correspondantes, à substituer dans

$$(18) \qquad x = (t - \tau)\left(\sqrt{g\frac{Q}{U}} + U\right),$$

l'on aura les abscisses, à porter sur des lignes horizontales ayant les ordonnées correspondantes $y = \frac{Q}{U}$.

» Et il est facile de voir, en ajoutant au binôme de la parenthèse de (16) ou (18) la vitesse de régime conforme d'un courant, et en portant les abscisses (18) x sur des parallèles à sa pente supposée constante et faible, qu'on aurait également et approximativement le tracé de la crue d'un pareil cours d'eau.

6. *Théorie et équations générales du mouvenant non permanent des eaux courantes.* — Cette théorie, dont le Mémoire que m'a communiqué M. Partiot m'a donné l'occasion de faire l'étude, peut être présentée d'une manière directe et générale, sans invoquer la formule de propagation des ondes ou des intumescences due à Lagrange.

Soit en effet, à l'époque du temps quelconque t, dans un canal ou une rivière :

U la vitesse moyenne des eaux à travers une section transversale ω, dont s est l'abscisse, sensiblement horizontale, comptée à partir d'un endroit quelconque de son cours.

Le niveau de la surface fluide peut hausser ou baisser en chaque point

sans qu'il y ait d'apport ou d'absorption d'eau par les rives dans l'étendue finie considérée de ce cours.

1re *équation*. Le volume ωds d'une couche comprise entre les deux sections ayant pour abscisses

$$s \quad \text{et} \quad s + ds$$

ne doit pas être changé lorsque, après un petit temps Δt, ces abscisses sont devenues

$$s + \mathrm{U}\Delta t \quad \text{et} \quad s + ds + \left(\mathrm{U} + \frac{d\mathrm{U}}{ds} ds\right)\Delta t,$$

et que son épaisseur, ainsi, est devenue

$$ds + \frac{d\mathrm{U}}{ds} ds \Delta t;$$

or, alors, la section a pour superficie

$$\omega + \left(\frac{d\omega}{dt} + \frac{d\omega}{ds}\frac{ds}{dt}\right)\Delta t = \omega + \frac{d\omega}{dt}\Delta t + \frac{d\omega}{ds}\mathrm{U}\Delta t.$$

Égalant le produit de cette superficie par cette épaisseur, à ωds, réduisant et divisant par $\Delta t ds$, on obtient, pour la condition de continuité ou de conservation du volume,

(19) $$\frac{d\omega}{dt} + \frac{d(\omega \mathrm{U})}{ds} = 0.$$

2e *équation*. Exprimons l'équilibre dynamique, pour le temps Δt, des quantités de mouvement de la même tranche, décomposées ou estimées dans une direction unique, en nous bornant à un canal à section rectangulaire de profondeur variable y et de largeur constante a, d'où $\omega = ay$.

Appelons, pour cette section ω :

ζ l'ordonnée verticale de la superficie au-dessous d'un plan horizontal,

χ le périmètre mouillé,

ρ la densité, ou ρg le poids de l'unité de volume,

$\rho g\mathrm{F}$ le frottement du fond par unité superficielle.

» Si nous estimons les quantités de mouvement parallèlement au fond supposé très-peu incliné, nous pourrons prendre pour les grandeurs des composantes de la vitesse de la tranche et des pressions qu'elle supporte, celles de cette vitesse et de ces pressions elles-mêmes, car elles n'en diffèrent que de quantités négligeables. On aura donc :

» Quantité de mouvement due à la pesanteur,

$$\rho g \omega ds \frac{d(\zeta + y)}{ds}\Delta t;$$

» Quantité de mouvement due aux pressions sur deux faces opposées ay et $a\left(y + \frac{dy}{ds}ds\right)$ de la tranche,

$$\rho g a\left[y\frac{y}{2} - \frac{1}{2}\left(y + \frac{dy}{ds}ds\right)^2\right]dt = -\rho g\omega ds\frac{dy}{ds}\Delta t;$$

» Quantité de mouvement due au frottement ou à la résistance tangentielle du fond,

$$-\rho g F\chi ds;$$

» Quantité de mouvement effective, en appelant d_c une différentielle complète,

$$\rho\omega ds\frac{d_c U}{dt}\Delta t = \rho\omega ds\left(\frac{dU}{dt} + \frac{dU}{ds}U\right)\Delta t.$$

» Égalant la somme des trois premières quantités à la troisième, et divisant tout par $\rho g\omega ds\Delta t$, on a la deuxième équation

$$(20)\qquad \frac{d\zeta}{ds} = \frac{1}{g}\frac{dU}{dt} + \frac{U}{g}\frac{dU}{ds} + \frac{\chi}{\omega}\frac{F}{\rho g}.$$

» On trouverait absolument la même chose en opérant les décompositions dans une autre direction, si elle était peu différente. En effet, si c'était par exemple dans une direction horizontale, la composante du poids de la tranche serait zéro; mais il faudrait tenir compte de la réaction normale du fond, décomposée horizontalement. Comme cette réaction est sensiblement égale au poids $\rho g\omega ds$ de la tranche, et comme le cosinus de l'angle qu'elle fait avec l'horizon est sensiblement la pente $\frac{d(\zeta + y)}{ds}$ du fond, cette réaction fournirait un terme précisément égal à celui que nous venons de supprimer en tant que composante de pesanteur.

» On voit que, dans le mouvement non permanent comme dans le mouvement permanent, la somme des quantités de mouvement dues à la pesanteur et aux pressions se réduit toujours au poids de la tranche multiplié par la pente de superficie $\frac{d\zeta}{ds}$. L'équation (20) ne diffère de l'équation du mouvement permanent, que l'on pose ordinairement par le travail et les forces vives, que par le terme en $\frac{dU}{dt}$ du second membre, exprimant la variation de vitesse *sur place*, ou sans changement du lieu de la section, de même que l'équation (19) de conservation du volume ne diffère de celle

$\omega U =$ constante ou $\frac{d(\omega U)}{ds} = 0$ du mouvement permanent que par la variation $\frac{d\omega}{dt}$ de la superficie de cette même section faite à un lieu fixe (*).

» Je donnerai, dans un autre article, l'intégration de ces équations pour un cas étendu. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation des essaims d'étoiles filantes des mois de novembre et d'août, et sur l'observation d'un bolide faite à Trémont, près Tournus; par* MM. Lemosy *et* Magnien. Note de **M. Le Verrier**.

« MM. Lemosy et Magnien ont observé, le 13 de ce mois, à Trémont, près Tournus, un bolide d'un brillant éclat. Ces Messieurs font partie d'un réseau d'observateurs dont le but est d'enregistrer les apparitions d'étoiles filantes, et ils sont exercés à ce genre d'observations. Ils m'adressent, sur le bolide du 13, la Note suivante :

« A $10^h 6^m$ le météore se montre à 5 ou 6 degrés au-dessus de δ Andromède, court horizontalement en passant à 1°30′ au-dessus de α Andromède, et va faire explosion dans le carré de Pégase, une seconde de temps après son apparition.

» Le bolide a l'aspect d'une flamme brillante, entourée d'une nuée phosphorescente; son éclat croît rapidement jusqu'au moment où l'explosion illumine le ciel comme un éclair. Aussitôt après nous voyons la trajectoire marquée par une magnifique traînée. Cette traînée, large d'environ 25 minutes, a la forme d'un fuseau très-allongé; le point où le bolide a éclaté est occupé par la partie la plus large et la plus lumineuse de la traînée. Celle-ci est plus brillante que la portion de la voie lactée dans le Sagittaire. Elle s'efface peu à peu et ne disparaît complétement qu'au bout de quatre ou cinq minutes.

» La netteté et la persistance de la traînée nous permettent de fixer, avec beaucoup d'exactitude, les coordonnées des extrémités de la trajectoire visible du bolide. Les voici, d'après la carte de MM. Goulier et Baur :

Point de départ.		*Point d'explosion.*	
Ascension droite......	5°	Ascension droite....	355°30′
Distance polaire.......	55	Distance polaire....	63° »

» L'observation est effectivement précise, et si nous possédions une seconde détermination aussi exacte il serait possible de calculer la route

(*) Feu Dupuit, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a donné l'équation (19) de conservation du volume (*Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux*, deuxième édition) pour le seul cas d'un lit rectangulaire. Il s'est trompé pour la deuxième équation, que nous appelons (20), et qu'il a donnée différente en invoquant, sans démonstration, une analogie.

même suivie par le bolide. Il est donc à désirer que les personnes qui ont été témoins de cette apparition veuillent bien en faire connaître les détails, en rapportant aux étoiles la marche apparente suivie par le bolide. Nous exprimons le même désir au sujet du bolide vu à Paris le 15 juillet. Les observations correspondantes d'un même bolide sont malheureusement fort rares, et il y a fort peu de ces météores dont la course réelle puisse être déterminée.

» Ce sujet nous amène à entretenir l'Académie d'un réseau important de stations, fondées avec l'aide de nos collaborateurs de l'*Association scientifique de France,* et avec le concours de nos voisins d'Italie, pour l'observation régulière des essaims d'étoiles filantes. Le travail a été commencé en 1869, à l'occasion du passage de l'essaim de novembre. Tout avait été préparé en 1870, pour continuer en août, et le Conseil de l'Association m'a chargé de réorganiser le réseau pour le passage d'août 1871, avec toute l'extension nécessaire.

» L'Académie voudra bien me permettre de passer rapidement en revue chacune de nos stations, de dire ce qu'elles ont fait, ce qu'elles s'apprêtent à faire, et de rendre ainsi à des savants zélés une justice méritée, et qui double de prix quand elle se produit dans cette enceinte.

» *Agde.* — M. Romieu, professeur d'hydrographie, très-versé dans l'astronomie ancienne, a calculé ses observations de 1869, et établi la concordance de l'une d'elles avec une observation faite à Turin; ce que la grandeur de la distance des deux stations rend intéressant.

» *Barcelonnette.* — M. Giraud, directeur de l'École normale primaire, autorisé par le recteur d'Aix, qui est le très-habile géomètre M. Vieille, conquiert à son établissement une véritable notoriété dans l'observation des astéroïdes. Professeurs et élèves s'emploient à ce travail, qui, en novembre 1869, fut effectué par des froids de 8 à 10 degrés au-dessous de zéro. L'Académie verra avec intérêt les nombreuses cartes d'observations dressées à Barcelonnette, et sur lesquelles les traces de météores se comptent par milliers.

» *Bordeaux.* — M. Lespiault, professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences, dirige la station de Bordeaux, et, de plus, il s'est chargé de réduire, pour donner plus d'ensemble au travail, les observations faites dans tout le sud-ouest.

» *Chartres.* — M. le commandant du génie Follie et M. Person, directeur de l'École normale, organisèrent les observations en 1869. M. Person reste seul aujourd'hui.

» *Chebli (Algérie).* — M. Burzet, curé de Chebli, y observe avec activité. Puisse-t-il trouver, avec l'aide de ses confrères, le moyen d'établir une station correspondante.

» *Gênes.* — M. Parnizetti, directeur de l'observatoire d'Alexandrie, tenait la station en 1869. Les observations sont publiées.

» *Grenoble.* — M. Ph. Breton, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées qui a organisé cette station, a entraîné dans le travail les ingénieurs, les officiers, les professeurs. M. Ph. Breton a produit, à cette occasion, un travail intéressant sur les transformations de coor-

données au moyen de réseaux superposables, système qui peut s'appliquer aux transformations numériques à peu près toutes les fois que les points à transformer sont fixés chacun par deux coordonnées seulement.

» *La Guerche* (*Cher*). — M. Faucheux, receveur de l'Enregistrement, observe dans cette station, à des jours et à des heures en correspondance avec la station de Sainte-Honorine-du-Fay (Calvados).

» *Laressore*. — M. l'abbé Souberbielle a organisé cette station des Basses-Pyrénées dans le petit séminaire.

» *Le Mans*. — M. Martin, ingénieur en chef, et M. Charrault, professeur au lycée, n'y ont pas été favorisés par le temps en 1869 et 1870.

» *Lyon*. — M. Lafon, professeur à la Faculté des Sciences, y dirige les observations.

» *Marseille*. — M. Stephan y dirige les observations. Il s'est occupé avec nous, en 1869, de la comparaison des chronomètres. Il a réduit et comparé l'ensemble des observations faites à Marseille même et à Valence. La prompte publication de ce travail est fort désirable. M. Stephan a bien voulu nous faire savoir qu'il observera en août 1871, qu'il se chargera volontiers du travail de la comparaison des chronomètres, et enfin que l'un de ses aides, M. Borrelly, pourra se transporter au lieu où sa présence sera surtout utile.

» *Mer* (*Loir-et-Cher*). — M. Caillaux observe dans cette commune.

» *Metz*. — M. le lieutenant-colonel Goulier et M. Baur, professeur de dessin à l'École d'application, ont bien voulu se charger, en 1869, de la construction des cartes nécessaires aux observateurs pour le tracé de la route suivie par les bolides. Je place sous les yeux de l'Académie ces cartes : ce sont des projections stéréographiques du ciel sur l'horizon par la latitude de 45 degrés et pour deux heures différentes de la nuit. Les cercles d'ascension droite et de déclinaison sont tracés de degré en degré, ce qui permet de lire de suite les coordonnées de deux points d'une orbite tracée sur la carte. M. Baur effectue en ce moment un nouveau tirage dont les exemplaires seront distribués entre toutes les stations pour l'inscription des observations en août prochain.

» *Moncalieri*. — Le R. P. Denza, directeur de l'Observatoire, anime tout dans cette région par son activité. Il nous a donné les observations de Gênes et de Moncalieri à l'état de réduction, et une discussion de l'ensemble des observations recueillies dans les stations italiennes.

» *Montpellier*. — Les observations ont été organisées, en 1869 et 1870, par M. le recteur Donné. MM. les professeurs Crova, Viguier, Colot y ont pris part, et M. Colot les a réduites. M. Donné nous annonce qu'il les a réorganisées pour 1871.

» *Nice*. — M. le colonel Gazan a fondé cette station. MM. les ingénieurs et les professeurs ont pris part aux travaux, et M. Fasci, professeur d'hydrographie à Nice, a envoyé un travail sur les réductions des observations. M. Delestrac, ingénieur en chef, remplace M. le colonel Gazan.

» *Orange*. — MM. les astronomes Wolf et Rayet ont fait en cette station de nombreuses et bonnes observations. Nous espérons que ces Messieurs vont nous mettre à même de les publier, afin qu'elles puissent être comparées à celles des stations voisines. M. Wolf a bien voulu nous faire connaître qu'il prendra part aux observations en août prochain.

» *Perpignan*. — M. le Dr Fines et M. Begin, directeur de l'École normale, dirigent cette station.

» *Rochefort.* — M. l'ingénieur en chef Courbebaisse, très-versé dans la connaissance du ciel, et qui signala l'éclat nouveau d'une étoile de la Couronne, observe à Rochefort, avec M. Simon, professeur d'Hydrographie.

» *Sainte-Honorine-du-Fay* (*Calvados*). — M. Lebreton, curé de cette commune, se distingue par les perfectionnements qu'il apporte aux moyens d'observation. Un passage de sa dernière Lettre, mérite d'être cité : « Ma nouvelle petite machine parallactique ou » parallatique, dit M. le le curé, *saisit* en quelques secondes et *conserve séparément* les coor- » données du commencement et de la fin du météore. Elle me rend donc le service d'une » double machine parallactique. Lorsque l'observation est ainsi faite, je n'ai qu'à toucher » avec le doigt une petite chaîne qui laisse à l'instant paraître une lumière vive, et » j'insère les quatre données qui me sont nécessaires. »

» *Toulon.* — M. Zurcher, capitaine de port, et M. le directeur de l'observatoire, sont ici à la tête des observations.

» *Toulouse.* — M. Daguin, directeur de l'observatoire, s'est, avec ses fils, chargé des observations.

» *Trémont.* — MM. Lemosy et Magnien, à qui est due l'observation que nous avons rapportée plus haut, sont les observateurs de la station de Trémont.

» *Turin.* — M. Dorna, directeur de l'Observatoire, a publié ses observations. M. Dorna a construit, pour faciliter la réduction des observations, douze cartes, dont je place un spécimen sous les yeux de l'Académie. Ces cartes représentent la projection du ciel sur l'horizon pour 45 degrés de latitude, et fournissent des ressources à toute époque de l'année.

» *Valence.* — La station de Valence était tenue, en 1869, par M. Borrelly, aide de l'observatoire de Marseille, par M. G. Bresson, de Valence, et par M. Tremeschini, très-habile ingénieur de Belleville-Paris. Ces Messieurs y ont fait d'excellentes observations.

» Les stations étaient, en 1869, pourvues de chronomètres excellents. Le port de Toulon, d'habiles horlogers de Marseille et de Bordeaux en avaient prêté plusieurs, et, entre autre, nous en devions six à l'obligeance de notre confrère M. le vice-amiral Pâris, alors directeur du Dépôt de la marine. Nous savons que nous pouvons, en 1871, compter sur le même concours de la part de notre confrère M. le vice-amiral Jurien de la Gravière, aujourd'hui directeur du Dépôt.

» Les chronomètres furent comparés entre eux, en 1869, matin et soir, tous les jours d'observations, grâce à la bienveillance de l'Administration des lignes télégraphiques, qui mit à ma disposition, à Marseille où je me trouvais, des fils en communication directe avec les stations italiennes et françaises, à l'exception de trois : Grenoble, qui fut comparé avec Lyon; Agde, qui fut comparé avec Montpellier; Rochefort, qui fut comparé avec Bordeaux. M. le directeur Pierret a bien voulu m'assurer que l'administration des lignes télégraphiques nous donnerait en 1871 les mêmes facilités qu'en 1869.

» La discussion d'un nombre immense d'observations, faites en des sta-

tions multiples, est une œuvre complexe et difficile. Pour la mener à bien, arriver rapidement aux meilleures conclusions et préparer les travaux à venir, on a résolu de réclamer le concours de tous pour les discussions comme pour les observations. L'entente a d'ailleurs été établie par une correspondance unique et commune, dont j'ai l'avantage d'offrir à l'Académie les dix premières feuilles imprimées. Ainsi chacun suit le travail en son entier, dispose de tous les documents et peut apporter de la manière la plus utile son contingent pour l'examen des méthodes à suivre, pour la discussion à effectuer, pour les conclusions à tirer.

» Les observations vont être continuées en août. La discussion des observations passées et des nouvelles observations va être poussée avec activité, et nous aurons l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats qui seront obtenus par nos collaborateurs. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Disposition remarquable des stomates dans quelques végétaux; par* **M. A. Trécul.**

« En décrivant l'origine des lenticelles dans l'avant-dernière séance, j'ai indiqué la présence des stomates à la surface de petites éminences existant sur les tiges de quantité de végétaux, et, dans une note spéciale, j'ai cité les processus piliformes, auxquels le *Philodendron crinipes* doit son nom spécifique. Un ou deux stomates, ai-je dit, sont *à l'extrémité de chacun de ces processus;* il aurait fallu dire : *à l'extrémité des plus forts que portent les organes stipulaires.*

» Une erreur typographique ayant, en outre, altéré le nom de cette plante dans le *Compte rendu* de la séance du 17 avril, je demande à l'Académie la permission de rectifier cette faute. Dans la note qui est au bas de la page 18 de ce volume, c'est *Philodendron* qu'il faut lire au lieu de *Pilodendron.*

» Je profiterai de cette occasion pour signaler l'observation de stomates dans une situation qui n'est pas sans analogie avec les dispositions que j'ai indiquées. Les botanistes savent qu'il y a fréquemment, sur chaque côté du pétiole et du rachis, et quelquefois du rhizome des Fougères, une ligne saillante, qui offre quelques inégalités. Cette ligne, à cause de sa structure, a été désignée par M. Karsten comme exerçant une grande influence sur la nutrition (1); mais aucun anatomiste n'y a reconnu la présence des sto-

(1) M. H. Karsten, qui a rapproché ces protubérances des lenticelles, n'y signale pas l'exiscence des stomates (*Abhandl. der kön. Akad. der Wiss.* zu Berlin, 1847, page 271).

mates. Frappé de la ressemblance des parties les plus proéminentes avec les protubérances que portent les jeunes rameaux de beaucoup de végétaux ligneux, je les étudiai avec plus d'attention sur les feuilles du *Dicksonia Culcita*, et, comme je m'y attendais, j'y trouvai des stomates. J'en ai compté de onze à trente-huit sur chaque protubérance (1). Il est probable que le même fait se reproduira sur les autres Fougères munies de telles taches ou protubérances, ce que je ne manquerai pas de vérifier désormais.

» Je demande aussi à l'Académie la permission de rectifier une autre erreur typographique, qui s'est glissée dans une autre de mes Communications. Dans la première ligne de la note qui est au bas de la page 476 du tome LXXII des *Comptes rendus*, il faut lire : « Cette prolongation des *vais-* » *seaux* centraux dans la première racine... », au lieu de « Cette prolonga- » tion des *faisceaux* centraux dans la première racine... »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Nouveaux documents sur les quatre Livres conservés de l'Optique de Claude Ptolémée; par* **M. Egger.**

« A propos de quelques fragments inédits d'un traité d'optique conservé sur un papyrus gréco-égyptien, j'ai fait à l'Académie, le 3 octobre 1870, une Communication qui est insérée dans le *Compte rendu* de cette séance, sur l'*Optique* de Claude Ptolémée. Cette Note signalait l'existence de quatre Livres de ce Traité dans une traduction latine, rédigée sur une traduction arabe, et dont notre Bibliothèque nationale possède deux manuscrits; elle conviait les érudits compétents à reprendre le projet, depuis longtemps abandonné, oublié même, d'une publication de ces quatre Livres. J'apporte aujourd'hui, sur ce sujet, à l'Académie, deux renseignements qu'il est, je crois, convenable de publier.

» 1° Des informations prises, sur ma demande, par M. le comte Conestabile, Correspondant de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, et M. Ariodante Fabretti, le célèbre philologue de Turin, il résulte que la famille Venturi ne possède aucun manuscrit de ce savant qui puisse ou doive être publié sur l'histoire de l'optique, ni particulièrement sur l'*Optique* de Ptolémée, pour faire suite à son ouvrage de 1814.

» 2° M. le comte Sclopis, de l'Académie royale de Turin, Associé étranger de l'Institut de France, par une Lettre en date du 13 courant, m'annonce

---

(1) Il y a un plus grand nombre de stomates sur les protubérances ou taches pâles qui occupent la même position sur les feuilles de l'*Hemitelia horrida* et du *Cyathea Serra*.

que ma Note du 3 octobre a été signalée à cette Académie par l'un de ses membres, M. Gilbert Govi; que la Compagnie a pris en main et résolu d'accomplir à ses propres frais la publication des quatre Livres de Ptolémée, surtout d'après le manuscrit qui appartient à la Bibliothèque ambrosienne de Milan, où une copie vient d'en être faite, à cette intention, par M. l'abbé Antoine Ceruti.

» On peut donc espérer que l'ouvrage de Ptolémée, au moins ce qui en reste, ne tardera pas à être mis entre les mains des savants et livré à leur appréciation. Nous ne saurions qu'applaudir à l'esprit d'heureuse émulation qui fera réussir enfin l'entreprise déjà deux fois essayée : en Italie, par Venturi, en France, par M. Caussin de Perceval père, et qui deux fois était restée sans effet. »

« **M. Chasles**, à la suite de cette Communication de M. Egger, dit qu'il possède une copie (qui paraît être du XVII[e] siècle) de la traduction latine de l'*Optique* de Ptolémée, sous le titre : *Incipit Liber Ptolemæi de Opticis, sive Aspectibus, translatus ab Ammirato Eugenio Siculo, de arabico in latinum.*

» M. Chasles ajoute : « M. Poudra, dans son *Histoire de la Perspective ancienne et moderne* (1 vol. in-8°, 1864), a donné une analyse des cinq Livres qui composent ce traité de Ptolémée. M. le prince Boncompagni, toujours à la recherche de ces documents anciens, si précieux pour l'histoire des sciences, et qu'il s'empresse de reproduire dans ses nombreuses publications, averti par l'ouvrage de M. Poudra, a désiré, dans ces derniers temps, connaître ce manuscrit, que j'ai été heureux de mettre à sa disposition. »

M. Is. Pierre fait hommage à l'Académie de deux volumes portant pour titres : « Études théoriques et pratiques d'Agronomie et de Physiologie végétale (tome III), » et « Recherches sur les produits alcooliques de la distillation des betteraves, par MM. *Is. Pierre et Puchot* ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place de Membre libre, devenue vacante par le décès de M. *Auguste Duméril.* D'après le règlement, cette Commission, présidée par le Président en exercice de l'Académie, comprend six Membres, savoir : deux Membres appartenant à l'une des Sections de sciences mathématiques, deux Membres

appartenant à l'une des Sections de sciences physiques, et deux Membres libres.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont : pour les sciences mathématiques, MM. Combes, Bertrand; pour les sciences physiques, MM. Chevreul, Boussingault; parmi les Membres libres, MM. Roulin, Bussy. La Commission sera présidée par M. *Faye*, vice-président en exercice, en l'absence de M. Coste, président pour l'année 1871.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour le prix Bordin en 1871 (question relative au rôle des stomates dans les fonctions des feuilles).

MM. Duchartre, Brongniart, Decaisne, Gay, Tulasne réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur un organe nouveau d'innervation et sur l'origine des nerfs de la sensibilité spéciale chez les Gastéropodes pulmonés aquatiques.* Note de **M. Lacaze-Duthiers.**

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

« Dans un travail antérieur, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie une relation constante et fort importante qui existe entre l'organe de l'audition et les centres nerveux postérieurs des Gastéropodes. Aujourd'hui, par l'étude des centres nerveux à l'aide des préparations histologiques destinées à permettre de suivre les nerfs jusqu'à leurs origines vraies et réelles, je suis conduit à constater des faits nouveaux d'une grande valeur pour la connaissance des relations et des comparaisons morphologiques.

» On n'a pas encore indiqué, je crois, l'existence dans les centres susœsophagiens ou postérieurs des Gastéropodes en général, et des Pulmonés aquatiques en particulier, de *régions*, de *lobes* ou *lobules* ayant une structure particulière, des connexions constantes, et par cela même des attributions physiologiques distinctes et précises.

» Le centre antérieur du collier œsophagien est destiné à innerver le pied, c'est-à-dire l'organe immédiat du mouvement, organe moteur qui cependant jouit d'une très-grande sensibilité. Or l'anatomie délicate montre clairement dans les Paludines (espèce d'un autre groupe) qu'un gros cor-

don descend du centre postérieur ou cérébroïde, s'accole au connectif unissant le cerveau et le ganglion pédieux, et donne naissance au nerf destiné à la partie supérieure éminemment sensible de la peau du pied. Est-il possible, après cette observation, de se refuser à reconnaitre que les ganglions antérieurs sont évidemment en rapport avec la motricité, et que les centres postérieurs sont plus particulièrement liés à la sensibilité; qu'enfin ceux-ci envoient aux autres ganglions les fibres destinées à leur donner la sensibilité ?

» On voit par ces faits combien, au point de vue physiologique, étaient incomplètes les connaissances qu'on avait sur les centres d'innervation et combien il était important, par une analyse minutieuse, d'arriver, dans ces centres, à la distinction de parties spéciales secondaires.

» Cette remarque prend encore plus d'intérêt lorsque l'on s'assure, ainsi que je l'ai fait, que plus les nerfs sont destinés à faire percevoir des impressions délicates et subtiles, plus en un mot ils sont sensibles et spécialisés, et plus aussi leurs origines se trouvent sur la face postérieure du centre cérébroïde sus-œsophagien.

» Il ne suffit donc pas d'indiquer d'une manière générale quels sont les nerfs qui naissent d'un ganglion; il faut encore, et nécessairement, se préoccuper de la recherche des points où se trouvent, relativement et absolument parlant, les origines réelles. Cela est si vrai, que des rameaux cutanés ont été indiqués comme se détachant du nerf optique, qui lui-même paraît naître, dans quelques cas, du nerf du tentacule. Ce fait, difficile à admettre *à priori*, puisqu'on ne rencontre rien d'analogue dans les animaux supérieurs, dont le système nerveux est si bien connu, n'est point démontré par les études minutieuses d'histologie. Bien au contraire, en dissociant, par les procédés et les réactions histologiques, les paquets des fibres simplement accolées et rapprochées sous un même névrilème général, on peut remonter dans les Physes, les Planorbes, les Lymnées, etc., à l'origine réelle, précise, constante et toujours distincte des trois nerfs de la sensibilité spéciale, des nerfs olfactif, acoustique, optique, et prouver par là que cette origine se rencontre toujours un peu latéralement sur la face postérieure du centre sus-œsophagien, autour d'un petit lobule hémisphérique saillant qui mérite le nom de *lobule de la sensibilité spéciale*.

» En indiquant avec précision l'isolement et le point de départ distinct des cordons nerveux se rendant aux trois principaux organes des sens, j'apporte une nouvelle preuve à l'appui de cette idée générale, que, chez les animaux inférieurs, dans les centres nerveux considérés jusqu'ici comme

simples et homogènes, il existe des parties secondaires qu'il est nécessaire de distinguer, puisqu'elles ont des rapports et des attributions nettement caractérisés.

» La détermination des parties homologues des différents ganglions a conduit à reconnaître une disposition nouvelle aussi curieuse qu'inattendue; elle intéressera, j'espère, les physiologistes.

» On sait qu'au voisinage de l'orifice extérieur de la respiration se rencontre, à l'extrémité d'un gros nerf palléal, un ganglion de moyenne grosseur, auquel on a été tenté de donner le nom de *ganglion respirateur*, en raison même des fonctions que son voisinage lui fait assez logiquement attribuer. Or, en soumettant ce ganglion à l'observation microscopique, soit directement, soit après des préparations de chimie histologique, en un mot en l'analysant, on reconnaît qu'il est formé par un amas de corpuscules nerveux, presque tous unipolaires, au milieu desquels s'enfonce un véritable prolongement en cul-de-sac de la peau.

» Cette disposition montre qu'ici les limites extérieures du corps, par une sorte d'invagination, se rapprochent, autant que possible, d'un centre nerveux et des éléments profonds caractéristiques des centres.

» En résumé, de l'étude de la structure intime des centres nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques, on peut déduire :

» 1° Qu'il existe chez ces animaux, comme chez les êtres supérieurs, des régions ou lobes dont la constitution histologique, comme les connexions, prouvent des attributions physiologiques distinctes, spéciales et localisées;

» 2° Que les nerfs de la sensibilité spéciale naissent sur la partie postérieure, tandis que les nerfs du mouvement ont leurs origines sur le ganglion le plus antérieur;

» 3° Qu'il faut enfin reconnaître dans ce prétendu ganglion respirateur, non un centre nerveux, un ganglion proprement dit, mais bien un organe spécial nouveau, résultant de l'invagination de la peau au milieu d'un amas de corpuscules ganglionnaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Du mouvement d'un corps solide qui supporte un système matériel animé d'un mouvement relatif par rapport à ce corps.* Note de **M. H. Resal.** (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Faire ressortir l'influence, sur le mouvement d'un corps solide, de l'inertie due au mouvement relatif d'un système matériel dont les points d'appui se trouvent sur ce corps, tel est le problème que je me suis proposé de résoudre d'une manière générale, et qui comprend comme cas particuliers le théorème de Laplace se rapportant à l'action que les marées pourraient avoir sur le mouvement de la Terre autour de son centre de gravité, et les théories de quelques appareils gyratoires.

» Quant à ce qui concerne le mouvement de translation du corps solide, la solution du problème est tellement simple que je n'ai, en quelque sorte, qu'à en faire remarquer l'utilité au point de vue de la stabilité des machines à vapeur fixes, locomotives et locomobiles.

» Le cas du mouvement autour d'un point fixe paraît, au premier abord, très-compliqué. Cependant, à l'aide du théorème de Coriolis et de quelques autres sur les accélérations centrifuges composées, je suis arrivé très-simplement aux équations différentielles de ce mouvement.

» Soient :

» Ox, Oy, Oz les axes principaux d'inertie passant par le point fixe;

» n, p, q les composantes de la rotation instantanée;

» A, B, C les moments d'inertie du corps;

» M_x, M_y, M_z les moments des forces extérieures agissant sur toute la masse, relatifs à ces axes;

» x, y, z les coordonnées d'un élément matériel m du système relativement mobile,

l'équation qui se rapporte à l'axe Oz est

$$\begin{aligned}&[C + \Sigma m(x^2+y^2)]\frac{dq}{dt} - \frac{dn}{dt}\Sigma mzx - \frac{dp}{dt}\Sigma mzy \\ &\quad + np[A - B + \Sigma m(y^2 - x^2)] + (n^2 - p^2)\Sigma mxy \\ &\quad + nq\,\Sigma mzy - pq\,\Sigma mzx + \Sigma m\left(x\frac{d^2y}{dt^2} - y\frac{d^2x}{dt^2}\right) \\ &\quad\quad + q\frac{d}{dt}\Sigma m(x^2+y^2) - 2n\,\Sigma mx\frac{dz}{dt} - 2p\,\Sigma my\frac{dz}{dt} = M_z.\end{aligned}$$

» L'application des équations obtenues, au cas où le système mobile se compose de deux solides de révolution identiques, animés d'un même mouvement uniforme de rotation autour de leurs axes, en supposant ces axes compris dans un plan principal et symétriquement situés par rapport à un autre, conduit à des résultats qui pourraient permettre d'expliquer certains faits relatifs aux mouvements secondaires des véhicules des chemins de fer.

» Il peut arriver que, par suite du mode de liaison du corps solide et du système mobile, x, y, z soient les fonctions inconnues du temps, et l'on a alors à joindre d'autres équations aux précédentes. Je ne puis indiquer à ce sujet qu'une règle générale dont je fais l'application au cas où le corps, assujetti à tourner autour d'une droite, est relié par un de ses points à l'axe d'un solide de révolution animé d'une rotation uniforme autour de cet axe, qui d'autre part est assujetti à rester dans un plan méridien du corps passant par le point relativement fixe. On obtient ainsi deux équations semblables à celles qui résultent des théories de l'appareil de Bohenberg et de la toupie. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur les sons produits par des ébranlements discontinus, et en particulier à l'aide de la sirène; par* **M. A. Terquem.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commission précédemment nommée : MM. Duhamel, Regnault, Fizeau.)

« La question dont je m'occupe dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été déjà traitée, en partie expérimentalement, par Auguste Seebeck, et théoriquement par Ohm. Le premier avait étudié les sons produits par une sirène dont les ouvertures n'étaient pas équidistantes, et avait constaté la production de plusieurs sons simultanés; Ohm eut l'idée de se servir de la série de Fourier pour traiter théoriquement la même question, et donna une explication simple et précise des résultats obtenus par Seebeck; il admit que si l'on représente un mouvement vibratoire quelconque par la série de Fourier, à chaque terme correspond la perception d'un son distinct. Cette conclusion ne fut pas admise par Seebeck. Plus tard, M. Helmholtz fit voir que le timbre du son fondamental, correspondant au premier terme variable de la série, dépend de la valeur des coefficients des termes suivants, qui représentent les harmoniques de ce premier son.

» Comme Ohm n'avait considéré la question qu'au point de vue spécial des expériences de Seebeck et des résultats obtenus par ce dernier, j'ai cru devoir la traiter à nouveau, en m'occupant surtout du timbre des sons produits; j'ai, de plus, généralisé et simplifié les méthodes de calcul employées

par Ohm, et j'ai appliqué la théorie générale à un grand nombre de cas particuliers.

» Je suis arrivé ainsi à quelques résultats généraux que je résumerai dans cette Note.

» 1° Quand un son est produit par une suite d'ébranlements isolés et équidistants, et que, dans chacun d'eux, le mouvement vibratoire n'a lieu que dans un seul sens, l'amplitude des harmoniques supérieurs ne peut jamais dépasser celle du son fondamental, et ne peut lui devenir égale que si l'intervalle des ébranlements est infiniment petit par rapport à leur durée. Si les ébranlements ne sont plus équidistants, ou si chacun d'eux est formé de deux parties pendant lesquelles les mouvements vibratoires sont de sens contraires, il n'en est plus de même. Si, en particulier, les ébranlements sont formés chacun de deux parties de même durée, pendant lesquelles les mouvements sont égaux et de sens contraires, et, qu'en outre, ils soient infiniment éloignés par rapport à leur durée, l'amplitude de l'harmonique de rang m devient égale à m fois celle du son fondamental.

» 2° Supposons un mouvement vibratoire, formé comme précédemment par des ébranlements dirigés dans un seul sens (ce qui a lieu dans la plupart des instruments à vent), et soit $F(t)$ la fonction périodique qui représente le mouvement vibratoire; on peut écrire

$$F(t) = A_0 + \sum_1^\infty \left[\alpha_m \cos 2\pi \frac{m(t-p_m)}{T}\right].$$

» A_0 représente le déplacement que subit l'air ambiant, et qui se propage d'une manière sensible à une distance plus ou moins grande suivant la valeur de A_0; ce déplacement ne produit aucune impression sur l'oreille. C'est à la somme des termes variables qu'il faut attribuer la production du son; donc $F(t) - A_0$ représente en réalité le mouvement vibratoire produit. Si l'on construit la courbe $q = F(t)$, qui dans ce cas n'a que des ordonnées positives, et qu'on déplace la ligne des abscisses d'une quantité égale à A_0, $q' = F(t) - A_0$ figure le mouvement vibratoire transmis; la partie positive de la courbe représente la période de condensation et la partie négative la période de dilatation. On reconnaît, d'après la valeur de A_0, que les aires comprises entre la ligne des abscisses et chacune de ces deux courbes, en un mot que les aires positives et négatives sont égales entre elles. Donc, de quelque manière que soit produit un son, on peut toujours supposer le mouvement vibratoire décomposé en deux périodes, pendant lesquelles les mouvements sont de sens contraires, la dilatation

et la condensation totales étant égales entre elles; ces deux périodes peuvent du reste avoir des durées inégales et suivre des lois différentes.

» 3° Si, dans une sirène, on suppose des ouvertures d'une grandeur et d'une forme déterminées placées à des distances variables, pour une certaine distance, le rapport de l'amplitude du deuxième harmonique à celle du son fondamental est nul ou minimum; on peut admettre que, dans ces circonstances, le son se rapproche autant que possible d'un son pendulaire. J'ai pu constater que, dans tous les cas particuliers que j'ai examinés, sauf un seul, ce minimum a lieu quand les deux périodes dans lesquelles on peut partager le mouvement vibratoire ont sensiblement la même durée.

» 4° Les résultats déduits de la théorie sont bien plus complets que ceux qu'avait observés Seebeck, qui ne cherchait qu'à constater la présence de de deux sons. On peut, par la même méthode, rendre compte de l'expérience qu'avait faite Savart, en enlevant successivement les dents d'une roue dentée, jusqu'à ce qu'il n'en restât plus que deux, et dans laquelle il avait constaté que l'on continuait à entendre le même son, quel que fût le nombre des dents. On démontre qu'il se produit en même temps d'autres sons plus graves, dont l'intensité dépend du nombre de dents laissées sur la roue, et dont l'existence n'avait pas été signalée. On peut répéter facilement cette expérience, en fermant avec de la cire toutes les ouvertures du plateau fixe d'une sirène, sauf une seule, puis successivement de la même manière les ouvertures du disque mobile. Comme le disque mobile ne peut plus être mis en mouvement par l'air envoyé dans la boîte de la sirène, on se sert d'un fil enroulé autour de la tige, que l'on tire énergiquement. On entend alors distinctement le son fondamental, qui se produirait s'il n'y avait qu'une ouverture sur le disque, avec un grand nombre d'harmoniques; ce premier son atteint son maximum quand le nombre des ouvertures fermées est égal à la moitié du nombre total des ouvertures. Pour constater nettement la présence des harmoniques, il faudrait employer une sirène à laquelle on communiquerait, par un mécanisme quelconque, un mouvement de rotation rapide et régulier, et se servir de résonnateurs pour analyser les sons produits; l'amplitude de chacun des harmoniques qui accompagnent le son fondamental varie en effet avec le nombre des ouvertures laissées libres.

» 5° Si, dans une sirène, on perce, suivant des circonférences concentriques, diverses rangées d'ouvertures à des distances différentes, comme l'ont fait MM. Dove et Helmholtz, on peut obtenir des accords doubles et triples.... On entend faiblement les sons résultants, si l'on ne fait pas usage

de résonnateurs. Si, en particulier, on produit un accord de deux sons seulement, et que l'on supprime une des deux ouvertures situées sur le même rayon (en fermant également un certain nombre d'ouvertures sur le plateau fixe), de telle sorte qu'au moment des coïncidences des deux vibrations il se produise un ébranlement simple, au lieu d'un ébranlement double, d'autres sons prennent naissance, qui rentrent dans la classe des sons résultants soustractifs et additifs.

» Cette expérience est très-facile à réaliser avec la sirène double de M. Helmholtz; seulement il faut mettre artificiellement le plateau en rotation. On obtient ainsi, à cause du mode d'ébranlement, des sons plus intenses qu'avec la sirène d'Opelt, dans laquelle des ouvertures, à diverses distances, sont disposées suivant la même circonférence, en ne mettant qu'une ouverture aux points communs aux diverses séries.

» La théorie démontre que ces sons accessoires prennent également naissance si, au moment de la coïncidence des mouvements vibratoires, l'ébranlement communiqué à l'air extérieur n'est pas égal à la somme des ébranlements qui se produiraient s'ils étaient séparés.

» On peut attribuer à cette diminution d'intensité, au moment de la coïncidence des vibrations simultanées, les sons résultants découverts par Sorge et Tartini, et pour la production desquels M. Helmholtz a proposé une théorie à laquelle on peut faire plus d'une objection. Les sons résultants prennent naissance, en effet, surtout quand les instruments qui les produisent sont très-rapprochés; on emploie en général, pour les obtenir, des tuyaux d'orgue montés sur le même sommier. Or l'expérience fait voir que deux tuyaux à l'unisson, placés dans ces conditions, interfèrent l'un avec l'autre. On peut donc admettre que, si l'on prend deux tuyaux donnant un certain accord au moment de la coïncidence, l'ébranlement total n'est pas égal à la somme des ébranlements partiels qu'on obtiendrait si les tuyaux étaient mis séparément en vibration, ou à la somme des ébranlements qui se produisent quand les vibrations sont en discordance. Cette circonstance suffit pour expliquer la production de tous les sons résultants, additifs et soustractifs de divers ordres. Des expériences plus nombreuses seraient indispensables pour démontrer que telle est la cause unique de la production des sons résultants; mais on ne peut refuser d'admettre, dès à présent, que cette théorie est tout aussi vraisemblable que celle qu'a proposée M. Helmholtz, théorie fondée sur une amplitude exagérée des sons primitifs, et qu'elle rend aussi bien compte de tous les faits connus. »

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note relative à ses « obturateurs des radiations ultra-violettes » pour la lumière électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Bourget demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire déposé par lui, au mois de novembre 1857, sur la théorie des machines à air chaud atmosphériques, Mémoire qui n'a été l'objet d'aucun Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un catalogue des pierres gravées de la collection Marlborough, avec description et introduction par M. *N.-S. Maskelyne;*

2° Une étude sur les ouragans de l'hémisphère austral (2e édition), par M. *Bridet;*

3° Un ouvrage intitulé « Étude des organes, fonctions, maladies de l'homme et de la femme », par M. *A. Bossu;*

4° Un volume portant pour titre « Éléments de cosmographie », par MM. *Menu de Saint-Mesmin* et *Ch. de Comberousse;*

5° Un volume intitulé « Les Lois de la vie et l'Art de prolonger ses jours », par M. *Rambosson.*

M. Dumas présente à l'Académie, au nom de M. *Janssen*, le récit du « Voyage aéronautique du *Volta*, entrepris le 2 décembre 1870, en vertu d'une mission scientifique ».

M. Dumas présente à l'Académie un échantillon de blé carbonisé, recueilli par M. de Coutard, directeur de la Manutention militaire, et provenant de l'incendie de cet établissement en 1855. L'aspect de cet échantillon, absolument semblable à celui qui avait été présenté à l'Académie par M. Edm. Becquerel, dans la séance précédente, au nom de MM. *Derennes* et *Lartigue*, confirme l'opinion émise par M. le Secrétaire perpétuel, que des effets de ce genre se produisent dans la plupart des incendies des meules ou des amas de blé ; il n'est nullement nécessaire, pour s'en rendre compte, de faire intervenir l'électricité, comme l'avaient pensé les auteurs.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Essai sur les aqueducs romains; par* **M. Belgrand** (1).

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un ouvrage sur les aqueducs romains, qui est l'introduction du troisième volume que je me propose d'écrire sur les travaux de Paris. Le premier volume est imprimé (2) et a été présenté à l'Académie des Sciences dans la séance du 16 mai 1870, par M. Dumas, qui a bien voulu se charger aussi de présenter le manuscrit du deuxième volume dans la séance du 19 décembre de la même année (3).

» Je dois la conservation de ce nouvel ouvrage à un heureux hasard. Au lieu de l'envoyer à mon cabinet de l'Hôtel-de-Ville, ce que je fais pour tout travail terminé, je l'avais conservé à mon domicile pour préparer cet extrait. Mon cabinet de l'Hôtel-de-Ville a été brulé, avec ma bibliothèque d'ingénieur, mes notes, mes collections, mes archives; le manuscrit ci-joint est resté intact sur ma table.

» La plupart de ceux qui ont écrit sur les aqueducs romains se sont occupés surtout d'archéologie; bien peu se sont placés au point de vue de l'ingénieur; il faut excepter Rondelet et M. l'ingénieur en chef Rozat de Mandres. Le premier a publié une traduction de Frontin, accompagnée de notes techniques intéressantes; le second a fait un abrégé du commentaire de l'ingénieur romain, accompagné de notes en rapport avec la science moderne.

» J'ai suivi la même voie et j'ai discuté les textes de Pline, de Frontin, etc., non pas en archéologue, mais en ingénieur. L'étendue des Notes imprimées dans les *Comptes rendus* ne me permet pas de faire un résumé de mon ouvrage. Je préfère en donner des extraits, on verra mieux, de cette manière, le terrain sur lequel je me suis placé.

» *Premier extrait. Des siphons ou conduites forcées.* — Les Romains connaissaient le siphon, mais l'état peu avancé de la métallurgie dans ces temps anciens ne permettait pas d'employer ce moyen économique de franchir les vallées lorsque le volume d'eau à débiter et la flèche de l'ouvrage étaient considérables.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) *La Seine : le bassin parisien aux âges antéhistoriques.* L'édition presque entière a été détruite par l'incendie de l'Hôtel-de-Ville.

(3) *La Seine : Études sur le régime de la pluie, des eaux, des eaux courantes, etc.* Ce manuscrit a été déposé au secrétariat de l'Institut. La minute que j'avais conservée a été détruite par l'incendie de l'Hôtel-de-Ville.

» . . . . On a trouvé les restes d'un grand siphon au mont Pila, près de Lyon; pour consolider leurs mauvais tuyaux de plomb, les Romains les avaient noyés dans un épais massif de maçonnerie. . . . .

» Les joints de leurs tuyaux manquaient de solidité, surtout dans les coudes, où la poussée au vide produisait de fréquents déboîtements. Les Romains le savaient bien, comme le prouve cette traduction très-libre d'un intéressant passage de Vitruve sur l'emploi du siphon ou conduite forcée pour franchir les vallées :

« Si le pli de terrain n'est pas trop long, qu'on le contourne; mais s'il forme une vallée continue, qu'on descende au fond et qu'on fasse remonter l'eau sur le revers opposé, en ayant soin d'adoucir les angles de la conduite par des courbes à grand rayon (*venter*). Car s'il en était autrement, s'il existait un autre coude (*geniculus*) sur la conduite, l'eau romprait et détruirait les joints des tuyaux (1) ».

» Vitruve connaissait donc l'emploi du siphon pour traverser les vallées et l'effet de la poussée au vide dans les coudes des tuyaux. Il conseille de remplacer ces courbes par des courbes à grand rayon, où, en effet, la poussée s'annule à peu près....

» Avec des angles très-ouverts, des huitièmes et même des seizièmes de cercle, il y a, dans les coudes des siphons de l'aqueduc de la Dhuis, des poussées au vide de 20, 30 et même 40000 kilogrammes, et aucune conduite de plomb, assemblée par les procédés des Romains, n'y aurait résisté....

» Lorsque la pression de l'eau n'était pas grande, les Romains faisaient un fréquent usage du siphon. Toute leur petite canalisation était disposée ainsi, et formait autant de siphons qu'il y avait d'usagers à desservir.

» S'ils employaient rarement le siphon, lorsqu'ils avaient beaucoup d'eau à conduire et des vallées profondes à franchir, s'ils préféraient alors les hautes et dispendieuses arcades...., c'est que leurs gros tuyaux de plomb étaient mal faits et mal assemblés....

» *Deuxième extrait. Chapitre X.* — Pour que des conduites de plomb soient solides, il faut, non-seulement que leurs parois aient une épaisseur suffisante, mais encore que leur section soit de forme circulaire....

» Lorsque les tuyaux ne sont pas étirés d'une seule pièce comme les tuyaux modernes, lorsqu'ils sont formés d'une lame de plomb roulée, il faut que les bords juxtaposés de la lame soient solidement soudés; enfin il

(1) Vitruve, liv. VII, chap. VII.

est nécessaire, lorsqu'ils sont en place, qu'ils soient bien reliés bout à bout par un nœud de soudure.

» Or les tuyaux romains n'étaient pas de forme circulaire; ils étaient piriformes et reliés entre eux, sans solidité.

» Je vais d'abord chercher pourquoi les Romains avaient adopté cette forme si peu naturelle....

» Les Romains avaient la recette de la soudure, comme on n'en peut douter en lisant ce passage de Pline :

« ...On appelle *tertiaire*, l'alliage formé de deux parties de plomb noir et d'une partie de plomb blanc.... Il sert à consolider les tuyaux (1) ».

» Le plomb blanc était notre étain, car Pline distingue ainsi les deux espèces de plomb :

« Il y en a deux espèces : le noir et le blanc; le blanc est le plus précieux; les Grecs l'appellent *cassiteros*, et si l'on en croit leurs fables, on le tire des îles de l'Atlantique (2). »

» Il n'y a rien de fabuleux dans le récit des Grecs, et le minerai d'étain de Cornwall porte encore le nom de *cassitérite*. Mais le récit de Pline semble prouver que les Romains confondaient l'étain avec le plomb argentifère. Il est certain qu'il (le plomb blanc, l'étain) se produit dans la Gallice et la Lusitanie...

« ...Le plomb noir (le vrai plomb) a deux origines; ou bien il provient de son propre minerai, dont on ne tire pas autre chose, ou bien il naît avec l'argent dans un minerai mixte. Lorsqu'on traite ce minerai, le premier métal qui sort du fourneau est l'étain (*stannum*); le second est l'argent. La galène qui reste après l'opération, traitée de nouveau, donne le plomb noir (3)... »

» Les Romains confondaient donc l'étain avec le plomb argentifère, et devaient souvent, sinon toujours, employer ce dernier métal dans la composition de leur soudure, qui se trouvait ainsi entièrement composée de plomb et d'une petite quantité d'argent. C'est ce que j'ai eu la satisfaction de constater à Paris, dans un tuyau de plomb trouvé rue Gay-Lussac, par M. Vacquer.... Ce tuyau, dont la section est piriforme, porte une soudure longitudinale, et l'analyse du métal qui forme cette soudure prouve qu'il ne renferme pas trace d'étain.....

» Tout le monde sait que la soudure formée de deux parties de plomb

(1) Pline le Naturaliste, liv. XXXIV, chap. XLVIII.

(2) Pline le Naturaliste, liv. XXXIV, chap. XLVII.

(3) Pline le Naturaliste, liv. XXXIV, chap. XLVII.

et d'une partie d'étain entre en fusion à une température plus basse que le plomb; on l'étend avec un fer chaud sur les deux lèvres de plomb à réunion, qui ne fondent pas et restent disjointes sous le nœud de soudure. . . . . .

» Mais si la soudure ne contient pas d'étain, on ne peut l'appliquer sans fondre les deux lèvres des lames à réunir, qui se trouvent ainsi soudées l'une à l'autre. Dans le tuyau romain de la rue Gay-Lussac, les deux lèvres de la lame de plomb sont soudées comme si le tuyau avait été étiré ou coulé avec sa section piriforme; les ouvriers ne voulaient pas croire qu'il eût été fait autrement.

» J'ai cherché à faire des tuyaux avec des lames de plomb, en employant du plomb au lieu de soudure. J'ai reconnu qu'il était très-difficile de réussir en adoptant la section circulaire. Le plomb des deux lèvres qui devait fondre par l'application du métal destiné à former le joint était trop mince. Mais j'ai réussi en adoptant la section piriforme. On coulait du plomb très-chaud entre les deux boudins d'argile, étendus de chaque côté des lèvres. Celles-ci entraient en fusion et se soudaient comme celles du tuyau de la rue Gay-Lussac.

» Ces tuyaux, essayés à la presse hydraulique, ont repris la forme circulaire sous une pression de 3 atmosphères, et ont ensuite résisté, sans se rompre, à une pression de 18 atmosphères. . . .

» Il était important de savoir si les mêmes faits avaient été observés en Italie : j'écrivis, le 17 octobre 1865, à M. de Lucca, professeur de chimie à Naples, qui me répondit, le 23 janvier suivant, que les tuyaux trouvés à Pompéi portaient une soudure longitudinale; en 1867, en se rendant à l'Exposition universelle de Paris, il me dit qu'il avait constaté depuis que le métal formant la soudure ne renfermait pas de plomb.

» En 1869, je priai M. l'ingénieur Darcel, qui allait à Rome, de me rapporter des débris de tuyaux romains, et je reconnus également l'absence de l'étain dans les soudures.

» Ainsi, les Romains avaient adopté les tuyaux à sections piriformes, parce que leur soudure ne renfermait pas d'étain.

» Ils ne pouvaient construire des siphons à grande flèche, parce que les tuyaux, tendant à reprendre la forme circulaire sous une forte pression, se déchiraient sur les joints et se déboitaient dans les coudes.

» *Troisième extrait. Des jauges des Romains.* — Les eaux amenées à Rome par les aqueducs étaient distribuées par des châteaux d'eau publics et privés.

» Le château d'eau public recevait l'eau de l'aqueduc et la répartissait entre les services publics et les châteaux d'eau privés.

» Les habitants d'un quartier de la ville recevaient en commun l'eau qui leur était destinée dans leur château d'eau privé, par une conduite partant d'un château d'eau public, et la répartissaient entre eux par autant de tubes de jauges ou modules et par autant de conduites qu'il y avait de domaines à desservir (1). Ces tubes de jauge portaient le nom de *calices*.

» Le vice radical de la distribution résultait de l'ajustage de ces conduites au départ du château d'eau......

» Chaque conduite était soudée sur l'extrémité du calice, et se prolongeait, sans solution de continuité, jusqu'au domaine à desservir. Par suite de cette disposition vicieuse, le produit d'un calice était déterminé, non pas seulement par son diamètre, mais par le diamètre et la longueur de la conduite qui y faisait suite, et par la différence de niveau qui existait entre le plan d'eau du château d'eau et le centre de l'orifice de sortie chez le concessionnaire.

» Le volume d'eau que recevaient les concessionnaires avec le même calice variait avec ces trois éléments.

» Frontin n'ignorait pas cette imperfection du système de jaugeage.

« ...Nous nous souviendrons, dit-il, que toute eau qui part d'un point élevé et arrive chez l'usager en parcourant un moindre espace donne un débit qui dépasse celui de son module; qu'au contraire, celle qui part d'un lieu moins élevé et parcourt un espace plus grand devient paresseuse et arrive en quantité moindre. Il faut donc, suivant le cas, augmenter ou diminuer la concession (2).... »

» Pour diminuer l'influence du diamètre de la conduite,... on exigeait qu'elle fût établie à partir du calice et sur une longueur de 50 pieds ($14^m,85$) avec le même diamètre que le calice (3).

» Ces palliatifs devaient corriger, dans une certaine mesure, l'imperfection de la distribution; mais, en réalité, il n'y avait pas de jaugeage, et c'est à tort que Rondelet a fixé à 60 mètres cubes par vingt-quatre heures le produit du module nommé *quinaire*. Ce produit pouvait et devait même varier pour chaque concession.

---

(1) Ces châteaux d'eau n'avaient aucune analogie avec ce que nous appelons aujourd'hui *réservoir*. C'étaient de simples cuvettes de distribution, d'une petite capacité, dans lesquelles chaque concessionnaire avait sa prise d'eau. Ces prises d'eau se faisaient par des tubes en bronze ou calices de jauge, tous situés dans le même plan horizontal. Ils portaient, suivant leur grandeur, les noms de *quinaire*, *sextaire*, *septenaire*, etc. (*Voir*, pour plus de détails, mon Ouvrage, chap. VIII.)

(2) Frontin, chap. XXXV.

(3) Frontin, chap. CV.

» *Débits des aqueducs.* — Le débit total des neuf aqueducs qui existaient du temps de Frontin était réglé ainsi qu'il suit, pour vingt-quatre heures :

D'après les registres de la distribution, à....	841,080^{mc}
D'après les registres de l'État, à...........	763,300
D'après les jaugeages de Frontin, à.........	1,488,300

» On adopte généralement le jaugeage de Frontin, et l'on admet que, du temps de l'empereur Nerva, les aqueducs débitaient 1500000 mètres cubes. Ce chiffre doit être discuté. Voici comment Frontin a déterminé en quinaire le débit de l'Appia :

« Cependant, m'étant transporté aux Gemelles,... j'ai trouvé que la veine d'eau qui coulait dans l'aqueduc avait 1 $\frac{3}{4}$ pied (0^m,51968) de largeur sur 5 pieds (1^m,4848) de hauteur, ce qui donne une superficie de 8 $\frac{3}{4}$ pieds (0^{mq},77162) ou 2240 doigts carrés, qui font 1825 quinaires (1). »

» Frontin a donc donné simplement, non pas le débit de l'aqueduc, comme il le croyait, mais la section de la veine fluide, en prenant pour unité la section du quinaire, et il s'est trompé de même dans les autres jaugeages. Il ne tient aucun compte de la vitesse de l'eau.

» J'ai cherché à établir, aussi exactement que possible, les débits des aqueducs, d'après les données des anciens auteurs et des renseignements qui m'ont été fournis par M. le colonel Blumensthil. Je ne puis entrer ici dans le détail des calculs qu'on trouvera au chapitre IX de mon ouvrage.

» Le produit total des aqueducs par vingt-quatre heures était, suivant moi, de 604000 mètres cubes. Ce nombre est bien inférieur à celui qui résulte des jaugeages de Frontin (1488300 mètres cubes). Il se rapproche beaucoup plus du volume inscrit sur les registres de l'État (763300 mètres cubes). »

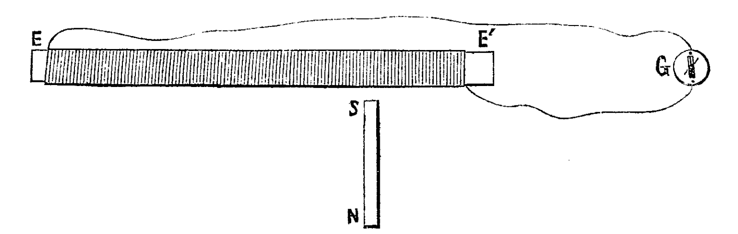
PHYSIQUE. — *Sur une machine magnéto-électrique produisant des courants continus.* Note de **M. Gramme**, présentée par M. Jamin.

« Les courants d'induction sont en général instantanés et se produisent alternativement de sens contraire. Il n'est cependant pas impossible d'en produire qui échappent à ce double caractère.

» Considérons par exemple un long électro-aimant EE', c'est-à-dire un long barreau de fer doux, sur lequel on a enroulé un fil conducteur isolé; si l'on présente à cet électro-aimant un aimant S.-N., comme l'indique la

(1) La section du calice quinaire est 0^m,000423.

fig. 1, et si l'on fait mouvoir cet aimant parallèlement à lui-même, main-



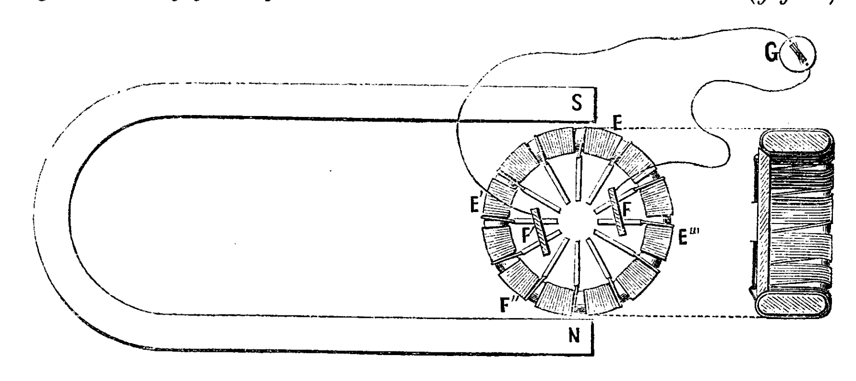
tenant constante sa distance au barreau, et lui donnant une vitesse uniforme, le pôle S. développera dans le fer doux un pôle magnétique qui se déplacera en même temps que l'aimant S.-N. Le déplacement de ce pôle dans l'intérieur du fer entraînera, dans le fil conducteur, la production d'un courant d'induction qu'on pourra rendre sensible au moyen d'un galvanomètre G.

» Ce courant ne sera pas du tout instantané, il conservera le même sens pendant toute la durée du mouvement de l'aimant entre les deux bouts E, E' de l'électro-aimant, durée qu'on peut varier à volonté dans des expériences successives.

» A la vérité, si le mouvement de l'aimant continue dans le même sens, il se produira un courant d'induction de sens opposé dès que l'aimant aura dépassé le bout E' de l'électro-aimant, mais c'est là une autre partie du phénomène qu'il n'y a pas lieu d'étudier ici.

» Cette expérience conduit à penser que, par l'emploi d'artifices convenables, il est possible de réaliser un appareil fournissant des courants continus pendant une durée indéfinie.

» Supposons en effet que l'électro-aimant, au lieu de présenter la forme rectiligne de la *fig.* 1, prenne la forme circulaire EE'E''E''' (*fig.* 2). Sou-



mettons-le à l'action simultanée des deux pôles N. et S. d'un aimant en

fer à cheval N.-O.-S. Supposons l'anneau électro-aimant tournant autour de son centre d'un mouvement uniforme dans le sens indiqué par la flèche.

» Le pôle S. produira, dans la partie de l'anneau qui est dans son voisinage, un courant dont le sens pourra être déterminé soit au moyen de l'expérience directe, soit en se reportant à celle que nous avons rapportée sur l'électro-aimant droit. On comprend aisément que le pôle N. produira dans son voisinage un courant de sens contraire au précédent. Enfin il est aisé de se rendre compte que, dans les deux parties de l'anneau placées à angle droit, et qu'on peut appeler *moyennes*, il n'y a aucun courant produit. Si donc on veut recueillir les deux courants contraires produits simultanément dans le fil de l'anneau électro-aimant, il suffit d'établir deux frotteurs correspondants aux parties moyennes, qui sont comme les rhéophores de cette pile d'un nouveau genre.

» Il est opportun de donner quelques détails sur ces frotteurs, tels qu'ils ont été employés jusqu'ici et tels qu'ils sont dans la machine mise sous les yeux de l'Académie.

» Si le fil enroulé sur l'anneau est très-gros, si en outre on n'a placé qu'une seule rangée de tours de ce fil, comme il peut être utile de le faire pour certaines expériences, il suffit de dénuder le fil sur une ligne et d'établir des frotteurs pressant sur cette partie nue. Mais si l'on emploie du fil plus fin et si l'on met sur l'anneau un grand nombre de rangées de fil, on est obligé de procéder de la manière suivante : on place un certain nombre de tours de fil, trois cents par exemple, répondant à une tranche de l'anneau, puis on attache le fil à une pièce de laiton isolée, sur laquelle appuieront les frotteurs; puis, sans rompre le fil, on continue à l'enrouler sur l'anneau, on range trois cents nouveaux tours, formant une nouvelle tranche de l'anneau, on attache encore le fil à une seconde pièce de laiton voisine de la première, et ainsi de suite. De cette façon tout le fil enroulé sur l'anneau forme un conducteur sans fin, divisé en un certain nombre de parties égales dont les points de jonction sont soudés à des pièces métalliques d'une solidité et d'une forme convenable pour résister à un frottement prolongé. Ces pièces de laiton, placées comme des rayons sur le flanc de l'anneau, sont représentées *fig.* 2. Les frotteurs F appuient à la fois sur plusieurs d'entre elles.

» Il est aisé de comprendre maintenant comment on peut faire agir sur un même anneau deux aimants au lieu d'un, c'est-à-dire quatre pôles au lieu de deux, ou même un plus grand nombre. Il va sans dire qu'il faut tou-

jours un frotteur entre deux pôles et par conséquent autant de frotteurs que de pôles.

» Enfin il est possible de substituer, aux aimants excitateurs, des électro-aimants qui soient animés par une partie du courant de la machine elle-même, suivant la méthode connue; au début du mouvement le magnétisme rémanent de ces électro-aimants induit un faible courant dans l'anneau; la moitié de ce courant sert à exciter les électro-aimants inducteurs, et bientôt la machine arrive à sou régime.

» La machine soumise à l'Académie est précisément de ce genre; elle présente deux électro-aimants, et par conséquent quatre pôles agissant sur l'anneau. Elle présente quatre frotteurs, dont deux conduisent la moitié du courant dans les électro-aimants, tandis que les deux autres fournissent le courant extérieur. Sur chaque branche de ces électro-aimants sont enroulés 7 kilogrammes de fil de cuivre de 3 millimètres de diamètre. L'anneau est chargé de 200 mètres de fil de 2 millimètres de diamètre, pesant environ 7 kilogrammes.

» Cette machine est mise en mouvement au moyen d'un volant mû à bras d'homme. Elle permet de décomposer l'eau dans un voltamètre, de rougir et fondre 25 centimètres de fil de fer de $\frac{9}{10}$ de millimètre de diamètre; si lent que soit le mouvement de l'anneau, on voit dévier l'aiguille d'un galvanomètre grossier à un seul tour de fil. Les effets sont tous plus marqués à mesure que la vitesse de rotation augmente, jusqu'à un maximum qui correspond à 7 ou 800 tours par minute, vitesse qu'on obtient facilement quand la machine est mise en mouvement par un moteur à vapeur. Les effets d'ailleurs sont différents, suivant la nature du fil enroulé sur l'anneau : effets de quantité avec un fil gros et court, effets de tension avec un fil long et fin.

» En un mot, on peut obtenir au moyen de cette machine, tout ce qu'on obtient avec la pile; il y a donc lieu de penser qu'elle pourra lui être substituée avec avantage dans beaucoup de cas, soit dans les applications industrielles, soit dans les recherches scientifiques. »

PHYSIQUE. — *Sur les intervalles musicaux.* 3e Note de **MM. A. Cornu** et **E. Mercadier**, présentée par M. Jamin.

« Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* de l'Académie, les 8 et 22 février 1869, nous avons été conduits à énoncer les propositions suivantes :

« 1° Les intervalles musicaux n'appartiennent pas à un système *unique,* » tel qu'on l'entend ordinairement, et qu'on désigne sous le nom de » *gamme.*

» 2° L'oreille exige, dans la *succession* de sons formant ce que les musi- » ciens nomment *mélodie,* des intervalles appartenant à une série de » quintes, et composant la gamme dite *de Pythagore.* Elle exige au con- » traire, pour des sons *simultanés* formant des accords, base de l'*harmonie,* » un autre système d'intervalles régis par la loi dite *des nombres simples.* »

» Les expériences qui nous ont conduits à ces résultats n'avaient porté que sur les principaux intervalles musicaux, la *quinte,* la *tierce majeure* et la *tierce mineure,* et nous n'avions étudié ces intervalles qu'*isolément,* c'est-à-dire indépendamment de toute harmonie ou mélodie. Nous avons voulu compléter nos expériences : 1° en étudiant d'autres intervalles mélodiques que la tierce et la quinte, par exemple la seconde, la quarte, la septième; 2° en les étudiant *dans le corps même d'une mélodie,* afin de voir si les intervalles produits isolément, séparément les uns des autres, étaient identiques à ceux qui se produiraient dans le mouvement d'une mélodie et qui pourraient être altérés par leur juxtaposition et leur influence réciproque.

» Le phonautographe à membrane, qui nous avait servi jusqu'à présent, est impuissant à résoudre un pareil problème : on a déjà beaucoup de difficulté pour l'accorder de manière à lui faire rendre deux sons avec netteté. Nous avons dû chercher un transmetteur de sons, autre que l'air et une membrane. Après beaucoup d'essais, nous avons trouvé une solution qui consiste à transmettre directement les vibrations d'un instrument par l'intermédiaire d'un fil métallique. Cette méthode s'applique aux instruments de mnsique les plus divers, et même au larynx.

» L'appareil que nous employons se compose : de l'instrument producteur des sons (spécialement d'un instrument à cordes, dont le jeu ne présente pas les causes d'erreur des instruments tempérés à sons fixes); d'un fil de cuivre ou d'acier, de 7 à 8 mètres de long, transmettant les vibrations à une barbe de plume qui effleure le papier enfumé du cylindre d'un phonautographe solidement fixé à un mur, et muni d'un diapason chronographe. Pour obtenir la transmission des vivrations, on soude à l'extrémité du fil une plaque en laiton mince, de 7 à 8 centimètres de long, sur 2 ou 3 centimètres de large, et on la place entre la table d'harmonie de l'instrument et les pieds du chevalet qui la maintiennent dans une position fixe par suite de la tension des cordes. Le bout de la plaque soudé au fil est légèrement recourbé, à gauche du chevalet.

» De cette façon, un violoniste ou un violoncelliste peut jouer sans difficulté, comme à son ordinaire, ce qui est une condition indispensable pour la justesse, et sans se préoccuper (ce qui nous semble assez important) de ce qui se passe à l'extrémité du fil qu'il ne voit pas. Le timbre de l'instrument n'est pas sensiblement altéré. Les vibrations des cordes se transmettent au chevalet, à la plaque, au fil qui vibre transversalement, et enfin à la barbe de plume qui trace ses oscillations sur le papier noirci. L'expérience prouve que ces oscillations sont synchrônes de celles de l'instrument, et d'une amplitude largement suffisante pour l'inscription sur le cylindre. Toutefois il est rare que, parmi les sons successifs d'une mélodie, il n'y en ait pas quelqu'un dont l'inscription soit peu lisible sur le graphique; mais on comprend que, soit en réglant convenablement l'appareil suivant les fragments de mélodie qu'on fait exécuter, soit en changeant la hauteur de ceux-ci, ou, comme on dit en musique, leur *ton*, l'inconvénient signalé puisse disparaître complétement.

» Les expériences se font très-simplement. Le cylindre étant enfumé, on place la tige du diapason-chronographe et la barbe de plume du fil côte à côte : on attaque le diapason, et l'on commence à faire tourner le cylindre dès que l'instrumentiste commence à jouer. On obtient ainsi un graphique où la mélodie se trouve véritablement *inscrite*, car à chaque son correspondent nettement des vibrations différentes. L'absence de netteté n'existe qu'aux points de transition ou de passage d'un son à l'autre, ce qui est sans inconvénient si l'on joue dans des mouvements assez lents pour que les sons soient suffisamment prolongés, pendant une ou deux secondes par exemple. Cette sorte de perturbation produite dans le graphique, aux changements de sons, jointe à la différence de forme dans les vibrations, sert précisément à distinguer les sons les uns des autres. On conçoit en effet que les vibrations se trouvent compliquées d'harmoniques (généralement l'octave ou la quinte, quelquefois la tierce) : il en résulte des formes de vibration très-variées; mais ce n'est jamais une source d'erreurs, à cause de la périodicité, de la régularité des altérations de la forme simple.

» Deux violonistes et un violoncelliste nous ont prêté leur concours pour ces expériences : nous leur avons fait jouer des gammes ascendantes et descendantes et trois fragments de mélodies (1). Nous avons ainsi obtenu

---

(1) Ces mélodies étaient tirées : 1° d'un chœur du deuxième acte de *Guillaume Tell*, sur les paroles : « Au sein de l'onde qui rayonne... »; 2° d'un air du troisième acte du *Prophète*, sur les paroles : « Mes yeux n'ont plus qu'à pleurer... »; 3° d'un air du deuxième

vingt-trois graphiques qui nous ont donné 15 valeurs de la seconde majeure, 24 valeurs de la tierce majeure, 13 de la quarte, 18 de la quinte, 4 de la septième majeure et 3 de l'octave; quant à la sixte, il est arrivé par hasard que, dans cette série d'expériences, nous n'avons pas eu de vibrations déchiffrables correspondant à cet intervalle. Nous rangerons nos résultats dans un tableau dont les colonnes portent les noms usuels des sons de la gamme : sous chaque nom se trouvent les valeurs relatives à l'intervalle que ce nom caractérise, savoir : dans la colonne de *ré* toutes les secondes majeures, dans celle de *mi* les tierces majeures, etc.

» Les nombres inscrits dans la colonne horizontale intitulée *Valeurs du comma* représentent la valeur de cet intervalle à la hauteur de la seconde, de la tierce, etc. On peut ainsi évaluer aisément en fraction de comma les différences entre les divers résultats de chaque colonne et leur moyenne, afin d'apprécier la précision des expériences.

» Si l'on fait cette évaluation dans chaque colonne, on trouve, pour les écarts *maximum* de la moyenne :

Dans la colonne des secondes majeures...	0,006 (1)	moins de $\frac{1}{2}$ comma;
» des tierces majeures.....	0,008	$\frac{1}{2}$ comma;
» des quartes............	0,008	moins de $\frac{1}{2}$ comma;
» des quintes............	0,006	» de $\frac{1}{3}$ comma;
» des septièmes..........	0,009	» de $\frac{1}{2}$ comma;
» des octaves............	0,001	$\frac{1}{25}$ comma.

» Si, au lieu de prendre les différences maxima, on prend la moyenne de toutes ces différences en plus ou en moins, on trouve qu'elle ne dépasse pas $\frac{1}{4}$ de comma. Nous ne pensons pas qu'on puisse exiger plus de précision dans des expériences aussi délicates.

---

acte de *la Juive*, sur les paroles : « O Dieu de nos pères, parmi nous descends!... ». Nous donnons ces indications précises, afin de montrer que nous avons choisi des fragments de mélodies *sans modulations sensibles :* car nous réservons complétement la question très-délicate de savoir si l'influence d'une forte modulation ne peut pas altérer la grandeur des intervalles. C'est là une complication que nous avons voulu soigneusement écarter, sauf à l'étudier spécialement plus tard en tâchant de perfectionner encore nos procédés d'observation. C'est un travail que les malheureux événements que nous venons de traverser ont interrompu : nous nous bornons à donner les résultats obtenus au mois de juillet de l'année dernière.

(1) Cet écart s'applique à la valeur 1,119 : nous laissons de côté, dans cette évaluation, la valeur 1,115, qui est douteuse et tout à fait extraordinaire; elle donnerait un écart d'environ $\frac{2}{3}$ de comma.

» Si l'on compare les moyennes avec les valeurs des intervalles pythagoriciens, on voit que les différences sont insignifiantes : elles varient entre $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{7}$ de comma.

Tableau résumé des expériences.

	UT.	RÉ.	MI.	FA.	SOL.	LA.	SI.	UT.
Violon	1,000	″	1,261	1,339	1,499	″	″	″
		1,130	1,269	1,333	1,506	″	″	″
		1,130	1,259	1,334	1,507	″	″	″
		1,121	1,257	″	1,505	″	″	″
		1,129	1,264	1,339	1,500	″	″	″
		1,115(1)	1,261	″	1,500	″	″	″
		1,123	1,264	1,327	1,508	″	″	″
		″	1,268	1,327	″	″	″	″
		1,123	1,257	1,331	1,503	″	″	″
		1,119	1,271	″	1,502	″	″	″
		″	1,268	″	″	″	″	″
		″	1,263	″	1,500	″	″	″
Violoncelle		″	1,271	″	1,507	″	″	″
		″	1,256	″	″	″	″	″
		1,128	1,258	1,340	1,507	″	″	″
		″	1,266	″	″	″	″	″
		″	1,268	″	″	″	″	″
		″	1,261	″	1,509	″	″	″
		″	1,265	″	1,503	″	″	″
		″	1,263	″	″	″	″	″
		1,125	1,271	1,343	1,499	″	1,898	2,002
		1,123	″	1,343	1,500	″	1,893	″
		1,121	1,271	1,335	″	″	″	″
		1,127	1,270	1,333	1,499	″	1,910	2,002
		1,124	1,262	1,334	1,509	″	1,906	2,001
Moyennes		1,124	1,264	1,335	1,503	″	1,902	2,002
Valeurs Pythagoriciennes		1,125	1,266	1,333	1,500	″	1,898	2,000
Gamme dite *naturelle*		1,125	1,250	1,333	1,500	″	1,875	2,000
Valeurs du Comma		0,014	0,016	0,017	0,019	″	0,024	0,025

(1) Cette valeur est douteuse : nous ne la supprimons pourtant pas, quoiqu'elle soit mauvaise, parce que nous tenons à donner *tous* nos résultats.

» Nous sommes donc amenés, par ces nouvelles expériences, à la confirmation de nos premières conclusions relatives aux intervalles musicaux *mélodiques*, et nous pouvons les formuler, en les précisant un peu plus, de la manière suivante :

» *Les intervalles musicaux employés dans une mélodie lente et sans modulations sensibles sont ceux de la gamme pythagoricienne dérivant de la série des quintes, et qui ne contient que deux sortes d'intervalles irréductibles : l'octave 2, et la quinte $\frac{3}{2}$. Ce ne sont pas ceux de la gamme dite* naturelle, *qui contient trois sortes d'intervalles irréductibles : l'octave 2, la quinte $\frac{3}{2}$ et une tierce majeure $\frac{5}{4}$, qui, d'après nous, n'est applicable qu'à l'harmonie.* »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité et la dilatation des gaz.* Note de **M. Amagat**, présentée par M. Balard.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de nouvelles expériences que je viens d'exécuter dans le but de déterminer, de degré en degré, l'écart de la loi de Mariotte et le coefficient de dilatation de quelques gaz.

» J'ai déjà exposé, dans une précédente Note, les idées qui m'ont conduit à faire ces recherches. Les gaz sur lesquels j'ai opéré sont l'air, l'acide sulfureux et l'acide carbonique; toutes mes expériences sont comprises entre les limites de température zéro et 250 degrés.

» Dans mes recherches sur la dilatation, c'est l'air qui m'a servi de point de comparaison ; j'ai déterminé, de degré en degré, les coefficients des autres gaz, celui de l'air étant constamment représenté par le nombre 0,00367.

» Il s'agit ici de la dilatation sous pression constante.

» Voici, en résumé, la méthode que j'ai employée. Des volumes connus des gaz à comparer sont renfermés, sous la pression de l'atmosphère et à une température déterminée, dans deux cylindres de verre, terminés par des tiges capillaires munies de robinets, et plongés dans un bain d'huile.

» Ces deux cylindres sont ensuite portés dans un second appareil à température basse, où, les robinets étant ouverts sous le mercure, celui-ci rentre dans les cylindres : ceux-ci sont disposés de manière que la pression des gaz puisse y être rendue égale. La quantité de mercure rentré fait connaître la contraction qu'a subie chaque gaz, dans les limites de température entre lesquelles on a opéré.

» Cette méthode a l'avantage d'éviter presque toute correction, à cause de la disposition symétrique de l'appareil : de trois méthodes que j'ai employées, c'est celle qui m'a donné les résultats les plus concordants.

» En représentant constamment par 0,00367 la dilatation de l'air, les dilatations d'une quantité d'acide sulfureux qui, à 10 degrés et sous la pression ordinaire, occupe le même volume que celui-ci, sont représentées

par les nombres suivants :

de 0° à	10°	0,004220	de 100° à	125°	0,003786
10	20	0,004005	125	150	0,003771
20	30	0,003930	150	175	0,003760
30	40	0,003890	175	200	0,003754
40	50	0,003863	200	225	0,003750
50	75	0,003830	225	250	0,003748
75	100	0,003806			

» J'ai représenté ces résultats par une courbe dont la forme asymptotique indique nettement que :

» Si l'on prend à 10 degrés des volumes égaux d'air et d'acide sulfureux, ce dernier se dilatera d'abord beaucoup plus que l'acide; son coefficient diminue d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement, et le rapport des dilatations de ces deux masses de gaz tend vers une limite voisine de $\frac{374}{367}$.

» Mais ce rapport n'est pas celui des coefficients de dilatation; il se rapporte, pour chaque température, à des masses de gaz qui n'occupent pas exactement le même volume, puisque leurs volumes étaient égaux à 10 degrés et que, depuis cette température, ils se sont inégalement dilatés.

» En tenant compte de ces différences de volume, j'ai calculé, au moyen d'une courbe, le tableau suivant qui donne les coefficients de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique, par rapport à celui d'air représenté par 0,00367.

Acide sulfureux.		*Acide carbonique.*	
entre 0° et 10°	0,004233	à 0°	0,003724
entre 10 et 20°	0,004005	50	0,003704
à 50°	0,003846	100	0,003695
100	0,003757	150	0,003690
150	0,003718	200	0,003687
200	0,003695	250	0,003682
250	0,003685		

» On voit qu'à 250 degrés les coefficients des deux gaz étudiéss ont encore légèrement supérieurs à celui de l'air; j'avais même cru qu'ils tendaient peut-être vers des limites différentes : c'est pour éclaircir cette question que j'ai fait de nouvelles expériences sur la loi de Mariotte.

» Il résulte, en effet, de l'idée qu'on se fait de l'état de gaz parfait, que le coefficient de dilatation d'un gaz doit atteindre sa valeur limite dans les conditions où ce gaz commence à suivre la loi de Mariotte; j'ai donc été conduit à étudier les écarts de cette loi jusqu'à 250 degrés. Mais les expé-

riences présentent ici de sérieuses difficultés, ce n'est qu'après beaucoup d'essais, et à grand'peine, que je suis arrivé à des résultats concordants.

» Le manomètre dans lequel je comprime les gaz est plongé dans un bain d'huile, mobile le long d'une colonne verticale, et qui se retire quand le gaz a été comprimé, afin qu'on puisse lire le volume et viser le ménisque pour prendre la pression; pendant ce temps, la communication est interrompue, par un robinet, entre le manomètre et le reste de l'appareil, pour empêcher la rentrée du mercure, résultant de la contraction du gaz par le refroidissement. L'appareil est du reste extrêmement fragile, et les expériences longues et pénibles.

» J'ai résumé dans le tableau suivant le résultat de ces expériences et de celles que j'ai déjà faites, il y a deux ans, sur le même sujet entre 0 et 10 degrés.

» La pression initiale a toujours été la pression atmosphérique, et les gaz réduits à moitié du volume primitif.

Valeurs du rapport $\frac{pv}{p'v'}$.

Acide sulfureux.		Acide carbonique.	
à 15°	1,0185	à 8°	1,0065
50	1,0110	50	1,0036
100	1,0054	100	1,0023
150	1,0032	150	1,0014
200	1,0021	200	1,0008
250	1,0016	250	1,0006

» Ainsi quand la température s'élève, l'écart de la loi de Mariotte diminue régulièrement comme le coefficient de dilatation, et ce coefficient paraît atteindre sa valeur limite à peu près en même temps que le gaz commence à suivre la loi de Mariotte.

» Ceci suppose qu'aux températures supérieures auxquelles j'ai opéré l'air peut être considéré comme gaz parfait, ce qui doit être, puisqu'il suit la loi de Mariotte à partir de 100 degrés.

» L'acide carbonique est vers 200 degrés à peu près dans les mêmes conditions de perfection que l'air à la température ordinaire; à 250 degrés on peut, sans grande erreur, le considérer comme gaz parfait. L'acide sulfureux n'atteint ces conditions qu'à peu près 100 degrés plus loin que l'acide carbonique. J'aurai occasion, dans une autre Note, de tirer de ces résultats

quelques observations relativement au point de liquéfaction probable des gaz qui n'ont pas encore été liquefiés.

» On remarque que l'écart de la loi de Mariotte à 250 degrés, pour l'acide sulfureux, est, relativement à son coefficient de dilatation, plus grand que celui de l'acide carbonique à la même température; voici comment j'explique ce fait.

» Les coefficients tels que je les ai déterminés sont caractéristiques pour une pression et une température données; ainsi, quand je dis qu'à 150 degrés le coefficient de l'acide sulfureux est 0,003718, cela signifie qu'un litre de gaz pris à 150 degrés et chauffé d'un degré se dilaterait de 0,003718, ou même que, chauffé de 100 degrés par exemple, il se dilaterait de 0,3718 si pendant cette dilatation il restait dans le même état de perfection qu'à 150 degrés; c'est la valeur du rapport $\frac{dv}{dt}$, la valeur correspondante pour l'air étant représentée par 0,00367. Les écarts de la loi de Mariotte ne sont pas des quantités du même ordre, ils représentent seulement la moyenne de la compressibilité entre une et deux atmosphères; or il est évident que, si l'on déterminait l'écart relatif à une atmosphère, que je représenterai par $\frac{dv}{dp}$ pour indiquer le sens que j'attribue à cette grandeur, on trouverait un écart plus petit que l'écart moyen entre une et deux atmosphères. J'ai déjà fait quelques expériences relatives à l'écart ainsi considéré, et dont j'espère pouvoir bientôt donner les résultats. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'existence et le rôle de l'acide nitreux dans le sol; par* **M. Chabrier** (1).

« Le travail dont je vais exposer les résultats a eu pour but de constater la présence et d'étudier le rôle de l'acide nitreux dans le sol.

» Les conclusions que j'ai cru pouvoir en tirer m'ont paru assez indépendantes des circonstances locales et du climat, pour qu'il me fût permis de les étendre au delà des limites du territoire exploré (2). Je me réserve au surplus d'en confirmer la généralité, lorsque je trouverai des occasions favorables pour renouveler mes observations sur d'autres points.

» Mon Mémoire, comme les recherches qu'il est destiné à faire con-

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) Saint-Chamas (Bouches-du-Rhône).

naître, sera partagé en plusieurs parties; celle que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie comprendra les différents sols de la région observée. J'examinerai ensuite les eaux des canaux d'irrigation et leurs limons, enfin les pluies.

» Je décrirai, dans un Mémoire à part, mes expériences sur les transformations que subit l'acide nitreux dans le sol et sur les actions qu'il y exerce.

» Parmi les terres, j'ai particulièrement examiné : 1° celles qui se recommandaient par leurs aptitudes constatées aux cultures qu'on y pratique habituellement; 2° divers échantillons pris en dehors des cultures.

» Dans mes expériences sur les terres et sur les limons, j'ai toujours opéré sur des matières finement pulvérisées et tamisées, afin de mettre autant que possible en jeu, dans des circonstances toujours identiques, la totalité des éléments du sol.

» J'ai appliqué à l'épuisement des terres sur lesquelles j'ai opéré le procédé mis en pratique depuis près de vingt ans dans les salpêtreries de l'Algérie. Les dosages d'acide nitreux et d'acide nitrique ont été exécutés à l'aide des méthodes que j'ai exposées dans plusieurs Communications faites à l'Académie en 1868 et 1869 (1).

[*Voir* le tableau à la page 188.]

» Il ressort des résultats consignés dans ce tableau, que *toutes les terres arables renferment de l'acide nitreux*. En comparant les teneurs en *acide nitrique* des échantillons 1 et 1 bis, 2 et 2 bis, on constate que l'acide s'accumule dans les couches superficielles du sol, surtout par les temps secs. Cette dernière observation n'est sans doute pas nouvelle, et je ne la mentionne ici que pour signaler le résultat inverse obtenu par la comparaison des teneurs en *acide nitreux* de ces mêmes échantillons; c'est-à-dire que, *par les temps secs, la proportion d'acide nitreux va en diminuant à mesure qu'on se rapproche de la surface du terrain*.

» Il semble résulter de là, que, par la sécheresse, les nitrites en dissolution dans l'humidité terrestre sont attirés à la surface du sol par la capillarité, et qu'ils s'y convertissent, au moins partiellement, en nitrates. Sous cette dernière forme, plus stable que la précédente, ils s'accumulent jusqu'à ce que les eaux viennent les amener dans les profondeurs du terrain, ou les entraîner dans les cours d'eau.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1031, et t. LXVIII, p. 63.

1° *Terres des cultures du terroir de Saint-Chamas* (1).

NATURE ET PROVENANCE DES TERRES.	ACIDE nitreux.	HUMIDITÉ (*a*).	ACIDE NITRIQUE.	
N° 1. Terre à blé, prise à la surface du champ par un temps sec, 5 décembre 1869.	1,17	49500,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	77,60 1,66 75,94
N° 1 *bis*. Même terre, prise à 25 centimètres de profondeur, même date.	3,15	121100,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	60,00 4,48 55,52
N° 2. Champ d'oliviers, surface prélevée par un temps sec, 5 décembre 1869.	0,73	30400,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	23,61 1,03 22,58
N° 2 *bis*. Même terre, prise à 25 centimètres de profondeur, même date.	1,98	88000,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	16,00 2,81 13,19
N° 3. Plantation d'amandiers, prélevée par un temps sec, 5 décembre 1869.	1,57	46000,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	15,55 2,23 13,32
N° 4. Jardin potager, prélevée par un temps sec, 12 janvier 1870.	4,52	22000,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	52,71 6,42 46,29
N° 4 *bis*. Même terre, prise pendant les cultures et les arrosages, 20 juin 1870.	0,95	155000,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	13,131 1,180 11,051
N° 5. Champ de vignes, prélevée par un temps sec, 5 décembre 1859.	0,86	33000,00	Total par distillation............ Transformation de l'acide nitreux. Préexistant.........	17,505 1,220 16,285

(*a*) Le mot *humidité* désigne ici la perte de poids subie par la terre de chaque échantillon de 1 kil. chauffé à 110 degrés.

» On peut remarquer encore que le degré de dilution des nitrites dans

(1) Les expériences sont faites sur 1 kilogramme de terre. Les nombres inscrits dans les tableaux représentent des milligrammes.

l'humidité du sol est toujours très-grand, que l'acide nitreux y est habituellement avec l'eau dans le rapport de 1 à 25000 environ, et que, dans les terres les mieux pourvues en acide nitreux, ce rapport ne s'élève pas au-dessus de $\frac{1}{5000}$.

» Il ne faudrait cependant pas conclure, du peu que pèse l'acide nitreux parmi les éléments du sol, à la faiblesse des actions qu'il peut y exercer. Ces actions semblent au contraire importantes durant les premières périodes de la végétation annuelle, comme on le verra dans la suite de ce travail.

2° *Terres prises en dehors des cultures.*

NATURE ET PROVENANCE DES TERRES.	ACIDE nitreux.	HUMIDITÉ.	ACIDE NITRIQUE.	
N° 1. Terre d'un *coussou*, en cours de défrichement, temps sec, 12 mars 1870.	0,07	12000,00	Total par distillation............	128,00
			Transformation de l'acide nitreux.	0,10
			Préexistant.........	127,90
N° 2. Terre d'un bois de pins, prise dans les rochers, temps sec, 12 janvier 1870.	0,57	23000,00	Total par distillation............	12,56
			Transformation de l'acide nitreux.	0,81
			Préexistant.........	11,75
N° 3. Bois de pins, terre prise sur l'une des collines de St-Chamas, temps sec, 12 janvier 1870.	0,92	36000,00	Total par distillation............	35,28
			Transformation de l'acide nitreux.	1,31
			Préexistant.........	33,97
N° 4. Safre provenant d'un déblai, 15 septembre 1869.	0,00	16000,00	TOTAL...............	49,00

» Les coussous qui ont fourni le premier et le plus important des échantillons de ce tableau, sont de vastes plaines en friches, qui s'étendent sur toute la surface de la *craie*. Leur sol contient peu d'acide nitreux, mais il renferme une réserve considérable d'acide nitrique.

» Dans la pratique agricole du pays, les coussous défrichés sont cultivés en prairies ou en blé, suivant qu'ils sont irrigables ou non. Dans un cas comme dans l'autre, ils produisent, pendant les premières années, sans le secours des engrais, des récoltes dont l'abondance se retrouve à peine ensuite sous l'influence de la fumure. Cette terre inculte, mais non stérile, ne doit rien aux labours ni à l'irrigation, mais elle profite, depuis des

siècles des apports de la vaine pâture et des pluies. Sa richesse exceptionnelle en acide nitrique d'une part, sa teneur très-faible en acide nitreux de l'autre, marquent en quelque sorte la transition entre les terres privilégiées du premier tableau et celles des échantillons 2 et 3 du deuxième. Ces dernières, arrosées seulement par les pluies, ne contiennent plus l'acide nitreux et l'acide nitrique qu'à faibles doses.

» Enfin, à la suite de ces portions disgraciées du domaine agricole, vient se placer le *safre* de l'échantillon 4, qui représente assez bien la limite extrême des matières utilisables pour la culture. Il ne contient pas d'acide nitreux, mais on y trouve encore des quantités assez fortes d'acide nitrique.

» Le safre est une argile limoneuse durcie et agglutinée, qu'on retrouve en amas isolés dans tous les terrains occupés à diverses époques par le cours de la Durance. Cette matière, qu'on extrait en gros fragments, fournit, en se délitant à l'air, une terre fertile.

» En résumé, l'examen des deux tableaux précédents démontre que *les terres proprement dites contiennent toutes de l'acide nitreux; que, parmi les échantillons analysés, le safre en est seul dépourvu; qu'enfin, par suite de l'évaporation spontanée de l'humidité terrestre et sous l'influence des agents atmosphériques, l'acide nitreux répandu dans le sol finit par se convertir, pour la plus grande partie, en acide nitrique, et, partiellement peut-être, par se décomposer.*

» Je terminerai cet exposé par quelques observations intéressantes au point de vue de la végétation.

» 1° On voit que l'acide nitreux se répartit, dans les différents sols, suivant la nature des eaux qui les humectent. La teneur des terres en acide nitreux s'élève lorsque les eaux qui les arrosent sont elles-mêmes riches en acide nitreux; elle s'abaisse lorsque la pluie est leur seul apport; elle est nulle lorsque, comme le safre, elles sont, depuis longtemps, soustraites à la pluie et aux irrigations.

» 2° Si l'on classe les terres citées dans les tableaux précédents d'après la nature de leurs produits, en commençant par les cultures potagères, et, arrivant graduellement aux essences forestières et résineuses, on constate que ce mode de classement dispose les terres dans l'ordre de leurs richesses relatives en acide nitreux.

La terre d'un jardin potager contenant..........	4,52	d'acide nitreux.
Les terres à blé contiennent en moyenne.........	2,16	»
Les terres cultivées en arbres à fruit, en moyenne..	1,81	»
La terre de bois de pin, en moyenne...........	0,75	»

» On peut ajouter à cette énumération :

Les coussous.	0,07	»
Le safre.	0,00	»

PHYSIQUE. — *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combinaison.* 2e Note de **M. A. Ditte** (1), présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« En appliquant la méthode décrite dans ma Note du 10 juillet, j'ai trouvé pour la magnésie calcinée à 350 degrés les résultats suivants :

	I.	II.	Moyenne.
D_0	3,1952	3,1912	3,1932
D_{100}	3,0982	3,0960	3,0971
α_0^{100}	0,0003134	0,0003075	0,0003104

» Pour mesurer dans le calorimètre à mercure la quantité de chaleur qui accompagne la dissolution de la magnésie anhydre, je me suis servi d'une liqueur renfermant par litre 262^{gr},7 d'acide sulfurique monohydraté, en prenant dans tous les cas, pour avoir des résultats comparables, 0^{gr},800 de la substance, et 50 centimètres cubes de la liqueur.

» La magnésie préparée à 350 degrés produit, en arrivant dans l'acide étendu, le même bruit qu'un fer rouge au contact de l'eau; sa dissolution s'effectue en sept minutes, et l'échauffement correspond à :

	I.	II.	Moyenne.
Pour 0^{gr},800	664^{cal},8	667^{cal},6	666^{cal},2
Ce qui fait par gramme	834,5	831,1	832,8
» par équivalent	16690	16621	16655

» 2° *Magnésie hydratée.* — Lorsqu'on humecte avec de l'eau la magnésie calcinée dans la vapeur de mercure de manière à en faire une pâte épaisse facile à réduire en cylindres ou en boules, elle s'y combine lentement, et fait prise au bout d'environ cinq heures. Ces fragments, abandonnés quelques jours dans un vase fermé plein d'eau distillée et bouillie, présentent au bout de ce temps une surface sillonnée de fentes nombreuses et profondes dues au gonflement de la matière, pendant qu'une faible désagrégation de la masse rend l'eau laiteuse et donne au fond du vase un léger dépôt. Huit mois de séjour dans l'eau n'apportent pas de changement sensible, la ma-

(1) *Comptes rendus*, séance du 10 juillet 1871.

tière se brise avec facilité, son intérieur homogène et d'apparence granuleuse est resté mou et humide, elle s'écrase dans le mortier en adhérant aux parois. Desséchée à 100 degrés, on la réduit sans résistance aucune en une poudre blanche, impalpable et onctueuse dont la densité est :

D_0	2,3260	2,3263	2,3261

» Pour étudier la dissolution de la magnésie hydratée dans le calorimètre, j'ai employé dans tous les cas une dissolution renfermant, par litre, $192^{gr},5$ d'acide chlorhydrique anhydre, en plaçant dans l'un des mouffles 40 centimètres cubes de cette liqueur avec $0^{gr},800$ de la matière.

» Dans ces circonstances $0^{gr},800$ de l'hydrate qui précède se dissolvent en une minute, et l'échauffement du calorimètre correspond à $392^{cal},9$,

Ce qui fait par gramme.................	$491^{cal},2$
» par équivalent..............	14244

II. — *Magnésie calcinée à 440 degrés.*

1° La magnésie préparée par la calcination du nitrate à 440 degrés dans la vapeur de soufre est une poudre fine et blanche, différant peu par son aspect de la magnésie obtenue à 350 degrés, quoique un peu moins volumineuse. Sa densité et son coefficient de dilatation sont :

	I.	II.	Moyenne.
D_0	3,2016	3,2012	3,2014
D_{100}	3,1269	3,1257	3,1263
α_0^{100}	0,0002388	0,0002415	0,0002402

» Au contact de la liqueur sulfurique, cette magnésie se comporte comme la première; toutefois la dissolution est un peu plus lente; $0^{gr},800$ disparaissent en neuf minutes environ, et la quantité de chaleur est :

	I.	II.	Moyenne.
	cal	cal	cal
Pour $0^{gr},800$..................	738,1	735,3	736,6
Ce qui fait par gramme..........	922,5	919,1	920,8
» par équivalent........	18451	18383	18417

» 2° *Magnésie hydratée.* — La magnésie calcinée à 440 degrés, humectée comme la première, fait prise au bout d'environ trois heures. Abandonnée sous l'eau, elle durcit peu à peu, et présente au bout de deux mois l'aspect du marbre blanc poli à la surface et translucide sous une faible épaisseur. Dès les premiers jours la masse, en gonflant, se fendille, et ces fentes peu nombreuses, n'ont qu'une très-faible profondeur. Après trois mois, la

matière est devenue dure quoique facile à briser, l'intérieur est homogène, finement grenu et fragile; essuyée au sortir de l'eau, on la réduit dans le mortier en une poudre légèrement humide qui n'adhère pas aux parois; séchée à 100 degrés, elle n'oppose au pilon qu'une faible résistance et donne une poudre fine qui n'est plus douce au toucher comme celle du premier hydrate, et dont la densité est :

D_0	2,3613	2,3650	2,3631

» $0^{gr},800$ agités avec 40 centimètres cubes de la liqueur chlorhydrique, mettent trois minutes à se dissoudre et communiquent au calorimètre $398^{cal},1$,

Ce qui fait par gramme	$497^{cal},6$
» par équivalent	14431

III. — *Magnésie calcinée au rouge sombre.*

» 1° En calcinant au rouge sombre et pendant une heure environ, du nitrate de magnésie pur, on obtient une matière dure, qui, réduite en poudre, est blanche, lourde, et n'a plus ni la finesse, ni l'onctuosité des précédentes. Sa densité et sa dilatation sont :

	I.	II.	Moyenne.
D_0	3,2479	3,2484	3,2482
D_{100}	3,1915	3,1902	3,1909
α_0^{100}	0,0001735	0,0001793	0,0001764

» Cette magnésie, mise au contact de la solution d'acide sulfurique, ne produit plus le bruit du fer chaud, elle se dissout avec lenteur et par l'agitation; $0^{gr},800$ exigent douze minutes pour disparaître tout à fait, et la marche du calorimètre indique :

	I.	II.	Moyenne.
	cal 769,8	cal 768,9	cal 769,3
Ce qui fait par gramme	962,3	961,1	961,7
» par équivalent	19246	19221	19234

» 2° *Magnésie hydratée.* — Quand on humecte avec de l'eau, après l'avoir finement pulvérisée, la magnésie dont on vient de parler, elle fait prise au bout d'environ deux heures. Après deux mois de séjour dans l'eau sa surface est granuleuse et très-légèrement fendillée; la matière, sous une faible épaisseur, est translucide; elle est devenue extrêmement dure et tout à fait différente de celles qui précèdent; elle se brise difficilement, et ne peut être pulvérisée qu'avec peine. L'intérieur est blanc, homogène, et pré-

sente l'aspect d'un biscuit de porcelaine à grain très-fin. Les fragments, essuyés au sortir de l'eau et pulvérisés, donnent une poudre parfaitement sèche, très-dure, sablonneuse, qui raye le marbre, et dont la densité est $D_0 = 2,604$. Ces résultats ont d'ailleurs été signalés déjà par M. Henri Sainte-Claire Deville :

« La magnésie pure, obtenue en calcinant au rouge sombre du nitrate de cette base, réduite en pâte demi-plastique avec l'eau, et laissée plusieurs semaines dans de l'eau distillée bouillie, devient cristalline et translucide, assez dure pour rayer le marbre, dont elle a la densité et la ténacité. Des médailles de cette substance, coulées comme le plâtre, font prise sous l'eau, de manière à présenter l'aspect du marbre (1). »

» $0^{gr},800$ de cette matière demandent environ trois minutes pour se dissoudre dans 40 centimètres cubes de la dissolution d'acide chlorhydrique, et le calorimètre accuse en même temps :

	$507^{cal},9$	$504^{cal},1$	$506^{cal},0$
Ce qui fait par gramme..........	634,8	630,0	632,6
» par équivalent........	18410	18271	18340

IV. — *Magnésie calcinée au rouge-blanc.*

» 1° En maintenant pendant douze heures, à une température blanche, la magnésie qui provient de la calcination du nitrate, on obtient une matière facile à réduire en poudre grossière mais très-difficile à pulvériser finement : cette poussière est dure, semblable à du sable fin, et raye le marbre avec la plus grande facilité. Sa densité et sa dilatation sont :

	I.	II.	Moyenne.
D_0	3,5705	3,5692	3,5699
D_{100}........	3,5131	»	»
α_0^{100}........	0,0001634	»	»

» Au contact de la solution d'acide sulfurique, cette matière ne disparaît qu'à grand'peine; la dissolution de $0^{gr},770$, agités avec 50 centimètres cubes de la liqueur, n'est complète qu'au bout de cinquante minutes à une heure, et l'échauffement qui l'accompagne correspond à $773^{cal},6$,

Ce qui fait par gramme................	$1004^{cal},7$
» par équivalent	20094

» 2° *Magnésie hydratée.* — Cette dernière magnésie enfin, humectée

(1) *Comptes rendus*, séance du 4 décembre 1865, t. LXI, p. 976.

comme les précédentes, ne fait plus prise avec l'eau ; mise en pâte, elle se désagrége entièrement dans ce liquide, et lorsqu'au bout de plusieurs jours on la sèche à 100 degrés, on la retrouve anhydre comme auparavant. C'est là encore un des résultats de M. H. Deville :

« La magnésie de M. Balard (provenant de la calcination du chlorure de magnésium), calcinée au rouge-blanc pendant douze heures, pulvérisée et mise en pâte avec l'eau, ne fait plus prise à moins qu'on ne la laisse plusieurs semaines au contact de l'air. Alors même elle durcit lentement, si bien que ses propriétés hydrauliques semblent à peu près perdues (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide oxalurique; par* **M. L. Henry.**

« Dans ma Notice sur le chlorure d'éthyloxy-oxalyle $C^2O^2 < {Cl \atop C^2H^5O}$, j'exprimais l'espoir d'arriver, à l'aide de ce produit, à réaliser la synthèse de l'acide oxalurique $C^3H^4Az^2O^4$.

» Cet acide constitue en effet, ainsi que le démontre son dédoublement facile, sous l'action des alcalis, avec absorption d'une molécule d'eau, en urée et en acide oxalique, une mono-amide oxalique de l'urée, correspondant à l'acide oxamique

$$\underbrace{\begin{matrix} H-(H^2Az) \\ C^2O^2 < {H^2Az \atop HO} \end{matrix}}_{\text{Acide oxamique.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} H-[(CO-H^2Az)\,HAz] \\ C^2O^2 < {(CO-H^2Az)\,HAz \atop HO} \end{matrix}}_{\text{Acide oxalurique.}}$$

» En d'autres termes, l'acide oxalurique est de l'urée dans laquelle un atome d'hydrogène est remplacé par le groupement hydroxy-oxalyle C^2O^2-HO, fragment de la molécule de l'acide oxalique $C^2O^2 < {HO \atop HO}$:

$$C^2O^2 < {(CO-H^2Az)\,HAz \atop HO} = {CO-H^2Az \atop C^2O^2-HO} > HAz.$$

» Dans cet ordre d'idées, il était à prévoir que la réaction du chlorure d'éthyloxy-oxalyle sur l'urée aurait pour résultat la production de l'oxalurate d'éthyle :

$$C^2O^2 < {C^2H^5O \atop Cl} + (CO-H^2Az)\,H^2Az = {CO-H^2Az \atop C^2O^2-C^2H^5O} > HAz + HCl.$$

» L'expérience a pleinement confirmé les prévisions de la théorie.

(1) *Comptes rendus*, séance du 4 décembre 1865, t. LXI, p. 977.

» Le chlorure d'éthyloxy-oxalyle réagit en effet sur l'urée à la façon des chlorures des radicaux acides en général.

» L'action a déjà lieu à la température ordinaire; elle est énergique et accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable; il ne se dégage pas d'acide chlorhydrique, celui-ci restant combiné à l'urée; aussi est-il nécessaire d'employer de ce corps une quantité double de celle qui est théoriquement nécessaire. Sans cela, une partie du chlorure d'éthyloxy-oxalyle reste sans usage. Le résultat de l'opération, mélange du produit et du chlorhydrate d'urée, constitue une masse solide, sèche, cristalline, dure et cassante. Après le refroidissement, on la traite, soit par de l'eau, soit par de l'alcool qui enlève l'excès d'urée employée et laisse le produit seul.

» Cristallisé dans l'eau par refroidissement, l'oxalurate d'éthyle $\begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^2O^2\text{-}C^2H^5O \end{matrix} > HAz$ constitue des aiguilles blanches, minces, soyeuses, d'un aspect satiné; il ne renferme pas d'eau de cristallisation; il se sépare de sa solution chaude dans l'alcool fort, sous forme d'une poudre cristalline.

» Ce corps est tout à fait dépourvu de saveur; il est très-peu soluble dans l'eau à froid, beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante; l'alcool le dissout beaucoup moins facilement que l'eau; il est presque totalement insoluble dans l'éther. Les liqueurs acides et alcalines, ainsi que l'ammoniaque, le dissolvent aisément.

» Chauffé, il fond vers 160-170 degrés, en se décomposant bientôt avec une vive effervescence; il se volatilise de l'oxaméthane, ou ses produits de décomposition, et il reste un résidu solide, cristallin, d'acide cyanurique :

$$\begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^2O^2\text{-}C^2H^5O \end{matrix} > HAz = C^2O^2 < \begin{matrix} H^2Az \\ C^2H^5O \end{matrix} + CO\text{-}HAz.$$

» Il se décompose assez facilement avec l'eau, en donnant vraisemblablement de l'acide oxalurique; les eaux mères au milieu desquelles ce corps se dépose de sa solution bouillante ont une saveur et une réaction fortement acides; soumises à l'évaporation, elles laissent comme résidu un produit solide, acide, qui a fourni à l'analyse des nombres approchant de ceux de l'acide oxalurique pur.

» Chauffé pendant quelque temps, en tube scellé, dans l'eau chaude, avec une solution alcoolique d'ammoniaque, il donne de l'oxaluramide.

» L'analyse de ce corps, faite par mon préparateur, M. Daniel Henninger, a donné les résultats suivants :

» I. $0^{gr},369$ de ce produit cristallisé dans l'eau ont fourni $1^{gr},022$ de chloroplatinate ammonique.

» II. $0^{gr},3771$ d'un autre échantillon, cristallisé dans l'alcool, ont donné $1^{gr},0594$ de chloroplatinate :

$$\begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^2O^2\text{-}C^2H^5O \end{matrix} > HAz.$$

		Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C^5	60	»	»	»
H^8	8	»	»	»
Az^2	28	17,50	17,38	17,63
O^4	64	»	»	»
	160			

» J'ai tenté vainement d'obtenir ce même corps par la réaction de l'urée sur l'oxaméthane :

$$(CO\text{-}H^2Az)\,H^2Az + C^2O^2 < \begin{matrix} H^2Az \\ C^2H^5O \end{matrix} = \begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^2O^2\text{-}C^2H^5O \end{matrix} > HAz + H^3Az.$$

» J'ai chauffé pendant quelque temps au bain d'huile, à une température constante de 140 degrés environ, un mélange fait à molécules égales d'oxaméthame et d'urée; la masse d'abord fluide se solidifie après quelque temps; il se dégage de l'ammoniaque, qui convertit l'oxaméthane en oxamide; l'urée se transforme elle-même, comme quand on la chauffe seule, en biuret et en acide cyanurique.

» Si l'acide parabanique $C^3H^2Az^2O^3$ est réellement le produit *nitrilé* correspondant à l'acide oxalurique,

$$\underbrace{\begin{matrix} C^3H^4Az^2O^4 \\ \begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^2O^2\text{-}HO \end{matrix} > HAz \end{matrix}}_{\text{Acide oxalurique.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} C^3H^2Az^2O^3 \\ \begin{matrix} C\text{-}Az \\ C^2O^2\text{-}HO \end{matrix} > HAz \end{matrix}}_{\text{Acide parabanique.}}$$

il n'y a nul doute que j'obtiendrai cet acide, c'est-à-dire sans éther, par la réaction du chlorure d'éthyloxy-oxalyle sur la cyanamide :

$$CAz\text{-}H^2Az + C^2O^2 < \begin{matrix} Cl \\ C^2H^5O \end{matrix} = \begin{matrix} CAz \\ C^2O^2\text{-}C^2H^5O \end{matrix} > HAz + HCl.$$

» Qu'il me soit permis, en finissant, d'appeler un instant l'attention de l'Académie sur l'application qui pourra peut-être être faite, à la synthèse d'autres dérivés uriques, de la réaction que je viens d'avoir l'honneur de lui faire connaître; afin de ne pas m'avancer trop loin dans l'avenir et dans l'inconnu, je me restreindrai aux seuls dérivés mésoxaliques.

» Comme on le sait, l'acide alloxanique $C^4H^4Az^2O^5$ et l'alloxane $C^4H^2Az^2O^4$ correspondent, dans le groupe des dérivés mésoxaliques de l'acide urique, respectivement à l'acide oxalurique $C^3H^4Az^2O^4$ et à l'acide parabanique $C^3H^2Az^2O^3$ du groupe des dérivés oxaliques, et ont sans doute la même constitution.

Dérivés oxaliques.	*Dérivés mésoxaliques.*
$\underbrace{C^2O^2 < \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}}$ Acide oxalique.	$\underbrace{C^3O^3 < \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}}$ Acide mésoxalique.
$\underbrace{\begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^2O^2\text{-}HO \end{matrix} > HAz}$ Acide oxalurique.	$\underbrace{\begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ C^3O^3\text{-}HO \end{matrix} > HAz.}$ Acide alloxanique.
$\underbrace{\begin{matrix} C\text{-}Az \\ C^2O^2\text{-}HO \end{matrix} > HAz}$ Acide parabanique (1).	$\underbrace{\begin{matrix} C\text{-}Az \\ C^3O^3\text{-}HO \end{matrix} > HAz.}$ Alloxane.

» Il m'est permis d'espérer, sans dépasser les limites de l'analogie, que le dérivé *mésoxalique* $C^3O^3 < \begin{matrix} Cl \\ C^2H^5O \end{matrix}$, si je parviens à l'obtenir, se comportera comme son correspondant oxalique le chlorure d'éthyloxy-oxalyle $C^2O^2 < \begin{matrix} Cl \\ C^2H^5O \end{matrix}$ et son correspondant carbonique $CO < \begin{matrix} Cl \\ C^2H^5O \end{matrix}$, sur l'uré eet la cyanamide, et me permettra de réaliser ainsi la synthèse de l'acide alloxamique et celle de l'alloxane.

» L'acide mésoxalique est malheureusement, comme l'on sait, un produit assez pénible à préparer et assez difficile à obtenir en certaine quantité. Quoi qu'il en soit, je me propose de continuer des recherches dans cette direction; j'aurai l'honneur d'en entretenir plus tard l'Académie, si, comme je l'espère, mes efforts ne restent pas infructueux. »

---

(1) Joignons, à ces dérivés oxaliques et mésoxaliques, les dérivés carboniques correspondants,

$\underbrace{\begin{matrix} CO\text{-}H^2Az \\ CO\text{-}HO \end{matrix} > HAz}$ Acide allophanique.	$\underbrace{\begin{matrix} CAz \\ CO\text{-}HO \end{matrix} > HAz.}$ Acide dicyanique (de Pœngsen).

Les acides carbonique $CO < \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}$, oxalique $C^2O^2 < \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}$ et mésoxalique $C^3O^3 < \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}$, constituent avec leurs dérivés une série de carburation des plus intéressantes, série dont l'existence et la constatation constituent un fait de la plus haute importance, au point de vue de la chimie physiologique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production artificielle de la dulcite* (1). Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. A. Wurtz.

« On connaît les relations qui existent entre les matières sucrées provenant de l'action des acides étendus sur le sucre de canne, et la mannite alcool hexatomique; tous ces différents corps donnant par oxydation des substances identiques et en particulier de l'acide saccharique. Dans ces dernières années M. Linnemann a établi ces relations d'une manière définitive, en reproduisant la mannite par l'hydrogénation directe du sucre de canne interverti, ainsi que je l'ai vérifié d'ailleurs :

$$C^{12}H^{12}O^{12} + H^2 = C^{12}H^{14}O^{12}.$$

» Des relations de même nature semblent exister entre le sucre de lait interverti, galactose, et un alcool hexatomique donnant, comme ce corps, de l'acide mucique parmi les produits d'oxydation, la dulcite ou un isomère de la dulcite. Ces relations ont été signalées pour la première fois par M. Berthelot, en même temps qu'il établissait la fonction des différents sucres, alcools polyatomiques (2). La vérification de ces faits constitue l'objet de cette Note ; voici quelles sont mes expériences.

» Du sucre de lait interverti en solution aqueuse a été mis en contact avec de l'amalgame de sodium à 2,5 pour 100 pendant trois ou quatre jours, en ajoutant l'amalgame par fractions et saturant la liqueur de temps en temps par de l'acide sulfurique étendu; l'action terminée, on sature exactement, on se débarrasse de la majeure partie du sulfate de soude par cristallisation d'abord, puis en ajouutant au liquide le double de son volume d'alcool concentré. On filtre et on évapore à consistance sirupeuse. (On peut se débarrasser de l'excès de galactose par fermentation au contact de la levûre de bière lavée, mais cette opération est peu profitable.) Au bout d'un temps plus ou moins long, il se sépare de petits mamelons cristallins que l'on égoutte sur des doubles de papier à filtrer ; la liqueur abandonnée à elle même laisse déposer une nouvelle quantité de cristaux. Cette substance une fois obtenue se purifie très-aisément par de nouvelles cristallisations dans l'eau.

» Cette matière parait être identique avec la dulcite, matière extraite pour

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, que je remercie de tous ses excellents et généreux conseils.

(2) Berthelot, *Traité de chimie fondée sur la synthèse*, t. II, p. 165, 207 et suiv.

la première fois de la manne de Madagascar,

$$C^{12}H^{14}O^{12}.$$

» Elle se présente sous la forme de petits cristaux purs, croquant sous la dent à saveur à peine sucrée, infermentescibles au contact de la levure de bière; ils fondent à 187 degrés, température corrigée; le point de fusion de la dulcite pure dans les mêmes conditions est de 188°,5.

» Elle est très-peu soluble dans l'alcool fort, peu soluble dans l'eau froide; l'eau à la température de + 21 degrés en a dissous 4,1 pour 100 (moyenne de trois déterminations), tandis que la dulcite pure s'est dissoute dans la proportion de 3,6 à 3,7 pour 100 : cette différence de $\frac{1}{7}$ tient probablement à une légère impureté de la matière.

» La solution n'a aucune action appréciable sur la lumière polarisée. Une solution saturée a froid n'a pas donné de déviation avec une colonne de liquide de 200 millimètres.

» Cette substance ne brunit pas par l'ébullition avec la potasse et ne réduit pas la liqueur cupropotassique; traitée par l'acide nitrique étendu de quatre fois son volume d'eau, elle a donné des cristaux d'acide mucique.

» L'analyse élémentaire a donné la composition centésimale de la dulcite et de la mannite :

	N° 1.	N° 2.	Calculé.
C.........................	39,10	39,3	39,5
H.........................	7,85	7,9	7,7

» Ce corps parait donc être identique avec la dulcite, principe naturel extrait de la manne de Madagascar et retrouvé depuis dans le suc de plusieurs fusains et du *Melampyrum nemorosum.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la fermentation et le ferment alcooliques;* *par* **M. Dubrunfaut.**

« Nous avons signalé, dès longtemps, le déficit que révèle l'expérience quand on cherche à vérifier expérimentalement l'équation admise par Lavoisier et ses successeurs, pour justifier le dédoublement du sucre, accompli si évidemment comme phénomène principal dans la fermentation alcoolique. Ce déficit, selon nos anciens travaux, n'est pas inférieur à 0,12 ou 0,15 dans le laboratoire, et il a atteint même souvent au moins 0,18 à 0,20 dans les ateliers.

» Nous avons observé qu'il varie, entre autres conditions, avec la température à laquelle on opère la fermentation et qui oscille dans la pratique

entre +20 et +40 degrés, et nous avons vu, en outre, que le maximum de déficit correspond à la température la plus élevée.

» La fermentation peut s'effectuer à une température voisine de zéro, ainsi que le prouve le système de fermentations froides pratiquées pour la bière de Bavière. Nous avons soumis à ce mode d'expérimentation, dans le laboratoire, un mout de sucre prismatique constitué en eau, sucre et ferment, comme on le fait habituellement pour produire à la température de +25 à +30 degrés, et en quelques jours, 0,47 d'alcool et 0,45 d'acide carbonique pour 100 de sucre. Dans les conditions de la fermentation bavaroise, exécutée de +4 à +8 degrés, il a fallu trente jours pour obtenir la disparition complète du sucre, mais une particularité fort remarquable, c'est qu'il a été possible d'obtenir, de 100 parties de sucre, 52 à 53 parties d'alcool, c'est-à-dire à peu près le maximum théorique, tandis que l'acide carbonique, en conservant son chiffre pratique de 45 à 46 pour 100, subit ainsi seul le déficit normal.

» On voit, dans cette expérience, une extension de l'influence de la température sur la production de l'alcool, fait qui aurait une haute portée, si l'on pouvait en faire une application utile à l'industrie de la distillation et sans doute aussi à l'œnologie en général, ainsi que nous nous proposons de le faire; mais cette expérience a une valeur non moins réelle au point de vue des théories scientifiques.

» En effet, dans les conditions ordinaires de température, le rapport de l'alcool à l'acide carbonique différant peu de la formule de Lavoisier, rectifiée par Gay-Lussac et M. Dumas, le déficit expérimental observé s'applique indifféremment au sucre ou aux produits principaux de son dédoublement (l'alcool et l'acide carbonique), de sorte que les expérimentateurs, qui ont observé ou accepté ces faits, sont d'accord pour les expliquer à l'aide des fonctions vitales du ferment, qui s'exerceraient sur le sucre et non sur les produits de la fermentation. Rien cependant ne justifie, dans ce mode d'interprétation, la corrélation admise entre la vie du ferment et le dédoublement du sucre; elle justifie encore moins la définition de la fermentation alcoolique donnée par Turpin : *Végétation comme cause et fermentation comme effet*.

» Notre observation sur les résultats de la fermentation faite à basse température, en prouvant que l'on peut expérimentalement réaliser presque le maximum théorique assigné par les formules à l'alcool, en imputant le déficit effectif au seul acide carbonique spécifié par ces formules, cette observation, disons-nous, rapprochée des théories reçues sur la nature du fer-

ment, fournit, ce nous semble, une démonstration complète de la vérité de cette théorie. Elle prouve que les fonctions de nutrition et de reproduction du ferment s'exercent, non pas sur le sucre en nature, comme on l'avait admis jusqu'à ce jour, mais bien sur l'un des produits du dédoublement, c'est-à-dire sur l'acide carbonique, source normale du carbone des végétaux supérieurs (1).

» Ainsi s'explique la raison d'être du dédoublement du sucre dans la fermentation alcoolique; ainsi s'explique et se comprend la corrélation, qui n'était admise qu'hypothétiquement et sans aucune preuve décisive, entre les fonctions vitales du ferment et la fermentation.

» Devons-nous faire remarquer encore qu'en présence de ces faits nouveaux, l'équation chimique de Lavoisier et la définition de la fermentation de Turpin deviennent des vérités consacrées par l'expérience? Elles prennent ainsi, dans la science, un rang qu'elles ne possédaient pas.

» Le ferment alcoolique, tel que le livre au commerce depuis un temps immémorial la cuve du brasseur, possède des propriétés caractéristiques qu'il est important de bien définir et de limiter, pour éviter la confusion qui existe dans beaucoup de travaux scientifiques.

» Ces propriétés consistent : 1° dans la faculté de déterminer presque instantanément la fermentation du sucre prismatique, quand on le place dans des conditions favorables à cette réaction; 2° dans la propriété de faire subir cette transformation à une quantité limitée de sucre, en même temps qu'il subit lui-même une modification profonde dans sa constitution.

» On sait, en effet, que la levûre de bière bien constituée, prise à l'état

---

(1) Cette interprétation des faits, que nous signalons, s'accorde d'ailleurs parfaitement avec les théories reçues non controversables, et ces faits justifient et légitiment toutes les observations pratiques. Ainsi, tous les produits complexes signalés soit dans les vinasses, soit dans les alcools bruts des distilleries seraient les résultats de la température utilisée, qui serait favorable aux fermentations parasites ou à l'altération secondaire de l'alcool normal des autres produits. Tels sont les alcools amylique, propylique ou butylique, et leurs aldéhydes, étudiés par MM. Cahours et Is. Pierre. En effet, si l'acide carbonique fournit son carbone au ferment comme il le fait pour les végétaux supérieurs, sous l'influence de la lumière, c'est-à-dire avec excrétion d'oxygène, cette excrétion justifierait la production des aldéhydes, et surtout de l'acide acétique, que l'on a particulièrement signalé comme un produit normal et constant de la fermentation alcoolique, sans pouvoir expliquer sa formation.

Le rendement en alcool plus grand, produit à basse température, serait dû à la prédominance exclusive de la fermentation alcoolique à cette température.

sec, accuse à l'analyse 0,10 d'azote, plus des sels minéraux en proportions variables. On sait encore que 2 parties de cette levûre suffisent pour opérer complétement le dédoublement de 100 parties de sucre, et que, dans ce travail, la levûre augmente de poids, en même temps que sa constitution azotée est réduite de moitié.

» Il est fort difficile de déterminer avec précision l'accroissement de poids que subit la levûre en produisant le dédoublement du sucre, et les expérimentateurs ont fourni surabondamment les preuves de cette vérité, par les résultats disparates qu'ils ont publiés sur cette question. Cependant l'accroissement de poids est un fait avéré, même dans la fermentation du sucre pur, ce qui prouve que le ferment pullule dans ces conditions comme dans la cuve du brasseur; et si l'on considère que le ferment réputé mort ou usé par la fermentation, ne contient que 0,05 d'azote, et qu'il ne se forme aucun autre produit azoté stable pendant la fermentation, on pourra dans ce cas suppléer par le calcul à l'insuffisance de l'expérience. En effet, la levûre active et féconde à 0,10 d'azote ne produisant, en présence du sucre pur, que la levûre inactive ou stérile à 0,05, le rapport des poids de l'ascendant au descendant doit être, d'après les faits connus, inverse des constitutions azotées, c'est-à-dire qu'une partie de ferment à 0,10 d'azote doit produire théoriquement 2 parties de ferment à 0,05. Quoi qu'il en soit de ces calculs, l'expérience a démontré invariablement qu'une partie de levûre bien constituée suffit au dédoublement de 50 parties de sucre prismatique en dissolution dans l'eau distillée pure, et que, pendant ce travail, la levûre subit la transformation que nous venons de spécifier.

» Si l'on fait un pareil calcul pour les produits bien connus de la cuve du brasseur et conformément aux faits bien acquis, on trouve que, dans ces conditions, la production d'une partie de levûre sèche bien constituée correspond à un dédoublement moléculaire de 50 parties de glucose. Et il est à remarquer que ce rapport est régulier et constant pour les fermentations de bière forte de Malt pur, qui seules donnent des levûres bien constituées.

» Ce rapprochement, pris dans des faits industriels incontestables, nous a paru fort remarquable et fort instructif, en ce sens qu'il établit une relation nouvelle, invariable et nécessaire entre la vie ou la production du ferment et le dédoublement du sucre par fermentation.

» Si l'on admet avec nous que, dans les deux conditions que nous venons de spécifier, il se produit des quantités égales de deux ferments inégalement constitués en azote, mais avec mise en œuvre d'un même poids de

cet azote, on trouverait une autre relation numérique constante entre le ferment et le sucre dont il détermine la fermentation.

» En présence de ces rapprochements précis, on peut se demander si la fermentation n'est pas uniquement l'effet des fonctions de reproduction du ferment. Dans les deux conditions spécifiées, en effet, il y a reproduction d'une même quantité de ferment pour une même quantité de sucre décomposée; mais elle s'applique à deux produits différents, qui sont : l'un, le ferment bien constitué de la cuve du brasseur, à 0,10 d'azote, tandis que l'autre s'applique à ce même ferment en quelque sorte dédoublé.

» Si l'on considère le ferment normal, type régulier produit par la cuve du brasseur, comme une espèce organisée, elle est évidemment douée du caractère spécifique, connu en zoologie et en botanique sous le nom de *génération continue*.

» Si l'on considère la levûre altérée par la fermentation du sucre pur comme une transformation ou une altération de la race primitive, elle aurait perdu, dans un milieu nouveau, le caractère de la génération continue pour devenir une espèce nouvelle, dont la science découvrira peut-être un jour la nature et les fonctions. Provisoirement, on peut, à juste titre, la considérer comme levûre morte, puisqu'elle est devenue impuissante à reproduire la fermentation alcoolique.

» Si nous ne nous faisons pas illusion, les faits et les observations consignés dans cette Note pourront jeter de nouvelles lumières sur tous les phénomènes qui se rattachent aux faits complexes des fermentations de toute espèce, et ils pourront en même temps servir à éclairer ou à concilier les théories contradictoires de la panspermie et de l'hétérogénie. C'est ce que nous nous proposons de démontrer dans d'autres Communications. »

M. Chevreul présente, au sujet de cette Communication, les observations suivantes :

« La fermentation envisagée comme on vient de le faire me rappelle d'anciennes réflexions que j'ai consignées, en 1830, dans une leçon de *chimie appliquée à la teinture;* elles portent principalement sur la nature variable du milieu liquide où s'accomplit la fermentation *du sucre pur dissous dans l'eau distillée en présence de la levûre*. Effectivement, comment concevoir clairement, pour qui a réfléchi à ce qu'*est un dissolvant,* que le *premier dixième de sucre* qui se décompose en *gaz carbonique + alcool dans l'eau* + $\frac{9}{10}$ *de sucre* sera dans une condition telle, que le *dernier dixième de*

sucre qui est *dans l'eau + alcool provenant de* $\frac{9}{10}$ *de sucre, se réduira, comme le premier, en gaz carbonique + alcool?* Voilà ce que je ne pouvais concevoir dès 1830, comme ma leçon citée l'atteste, après avoir envisagé les dissolvants au point de vue où ils l'avaient été dans mes recherches d'analyse immédiate et dans l'article *Attraction moléculaire* du *Dictionnaire des Sciences naturelles*. Je n'ai donc pu admettre *en fait* la prétention de plusieurs savants de *doser exactement le sucre* en recueillant le *gaz carbonique* ou l'*alcool* d'une fermentation.

» Dans cette disposition d'esprit, je ne pouvais apprendre avec trop de plaisir un fait qui me parut étonnant; c'est que M. Pasteur, dont le nom était lié déjà à une des découvertes les plus originales de l'époque actuelle, venait de porter une vive lumière pour moi, et que j'étais loin d'attendre de la part d'un homme qui ne s'était point occupé d'une manière spéciale de l'analyse organique immédiate: car il disait aux savants qui prétendaient *doser* exactement le sucre dans les végétaux, en recueillant *le gaz carbonique ou l'alcool de sa fermentation*: « Tenez, 100 parties de cette matière donnent, » à *votre insu*, de 5,5 à 6,5 *d'acide succinique et de glycérine.* »

» Si l'on ajoute à cela la matière propre à nourrir le *ferment*, corps qui n'est plus, comme le croyait Thenard, un combustible troublant l'équilibre des éléments du sucre, en lui prenant un peu de son oxygène, on trouvera que l'équation *sucre candi* + $\dot{H}H$ = *alcool* + *acide carbonique*, est quelque peu compromise, puisque ce même sucre, outre l'acide succinique et la glycérine qu'il a produits, doit nourrir ce ferment qui est un corps vivant, opinion généralement admise depuis le travail de Cagnard-Latour.

» Ce trouble une fois porté dans l'*équation* me suscita la question suivante? N'a-t-on pas lieu de penser que, dans une première période de la fermentation alcoolique du sucre pur en présence de l'eau et de la levûre, les produits sont différents, sinon eu égard à leur nature, du moins quant à leurs proportions respectives, de ce qu'ils sont dans la dernière période?

» Cette question n'est point encore résolue, et je pense qu'elle serait plus importante que l'exposé de formules qui ne représentent que de vagues suppositions. La question que je propose renferme implicitement l'origine de l'acide acétique *qui peut se produire*, en supposant qu'il ne se produise pas toujours dans la fermentation alcoolique.

» En définitive, l'opinion que j'énonçais en 1830, sur la *fermentation alcoolique*, la PLUS SIMPLE, relativement à l'influence du *milieu liquide variable* où elle s'accomplit, je l'ai encore, et j'admets en principe, sauf des exceptions précises, qu'un dissolvant A, en présence d'un corps C qu'il dis-

sout, n'est plus le même lorsqu'il tient en solution certaine quantité d'un corps *d*, d'un corps *e*, d'un corps *f*, etc., etc. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvelle Note sur la dynamite; par* **M. P. Guyot.**

« J'ai eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie une première Note sur la dynamite, dans laquelle je faisais remarquer que le papier qui enveloppe la matière explosible absorbe lentement la nitroglycérine maintenue par le sable, et que bientôt il ne reste plus dans les cartouches que de la matière inerte. Je terminais ma Note en souhaitant que cette enveloppe fût remplacée par un parchemin non poreux et ne pouvant pas absorber la nitroglycérine. Cette Communication me valut, de la part de la fabrique de dynamite de Paulille, quelques observations que je tiens à faire connaître aux personnes qui écriront un jour l'histoire de cette nouvelle matière explosible, dont le premier usage sérieux fait en France fut pour la défense du pays. M. A. Hoffer, écrivant au nom de M. le directeur de la fabrique, dit d'abord quelques mots de la fabrication, puis continue en ces termes :

« ..... La fabrication de la dynamite en France est nouvelle; elle a été entreprise pour satisfaire surtout aux nécessités du moment, et dans des conditions bien peu favorables à l'essor et au développement d'une industrie aussi délicate. Depuis deux mois seulement, la confection, l'emballage et la livraison des produits ont pu être arrêtés et réglés d'une façon bien précise. Les cartouches sur lesquelles a porté l'examen de M. Guyot, officier du génie, avaient été préparées pour la guerre, précipitamment, avec les éléments qu'on avait sous la main. Leur enveloppe était du papier d'emballage ordinaire goudronné. Elles avaient été faites sans machine. L'ouvrière, les mains saturées de dynamite, pliait le papier, le serrait pour le remplir, jetait ensuite sa cartouche sur d'autres également souillées, de sorte que l'enveloppe, très-poreuse par elle-même, était en contact intérieurement et extérieurement avec la matière et devait, à la longue, s'imbiber plus ou moins de nitroglycérine. C'était là un inconvénient, mais non un danger; et il a fallu que ce papier transformé en dynamite ait été chauffé progressivement à 180 degrés pour pouvoir faire explosion. Enflammé brusquement à une de ses extrémités, il eût brûlé tranquillement. Le bourroir en bois ne pourrait le faire détoner : les expériences des célèbres professeurs étrangers Bolley, Kundt et Pestalozzi confirment ce que j'avance. A l'appui du peu de danger de cette apparence grasse du papier, citons l'emploi constant, journalier et sans accident des cartouches en question par les différents corps du génie, aussi bien dans la campagne contre la Prusse que dans la répression de l'insurrection de la Commune. Du reste, ce papier n'avait été employé que par suite de l'impossibilité de s'en procurer d'autre; aussi, depuis deux mois, il a été remplacé par un parchemin n'ayant aucun pouvoir absorbant, et restant sec après plusieurs années de contact avec la dynamite : c'est avec cet emballage qu'elle est livrée à l'industrie.... »

» Comme on le voit, les craintes que j'ai formulées dans ma précédente Note n'existent plus, et, pour être impartial, je dois confirmer ce que M. Hoffer dit de l'emploi journalier et sans accident des cartouches pendant la campagne contre la Prusse. Il n'en est arrivé aucun au 25e corps d'armée, auquel j'appartenais alors, et cependant les caisses ont subi plusieurs voyages dans des voitures dont les cahots étaient assez sensibles. On remarquera sans doute que, dans le cas que j'ai examiné, les cartouches avaient été enveloppées et serrées dans du papier ordinaire, très-poreux par lui-même, quoique non buvard, puis placées dans une boîte dont le carton était aussi poreux. Il était donc évident que toutes ces matières, y compris l'enveloppe de la cartouche, devaient naturellement absorber la nitroglycérine de la dynamite.

» Je suis heureux d'apprendre à l'Académie que l'emploi du papier, même de celui qui est goudronné, n'existe plus, et que l'enveloppe des cartouches est actuellement en parchemin restant le même après plusieurs années de contact avec la dynamite. »

CHIMIE PHARMACEUTIQUE. — *De l'aconitine cristallisée* (*étude chimique*). Mémoire de **M. H. Duquesnel**, présenté par M. Cl. Bernard.

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

« Le principe actif de l'aconit Napel est un alcaloïde cristallisable, auquel je donne le nom d'*aconitine cristallisée*, pour le distinguer des substances connues jusqu'à présent sous le nom d'*aconitine*, substances d'origine différente, dont l'énergie et par conséquent la valeur thérapeutique varient avec la provenance.

» Pour préparer l'aconitine cristallisée, on épuise par l'alcool très-concentré de la racine d'aconit *convenablement choisie* et pulvérisée, en l'additionnant de $\frac{1}{100}$ d'acide tartrique.

» On distille, à l'abri du contact de l'air et à une température ne dépassant pas 60 degrés, les liqueurs alcooliques, de façon à en extraire tout l'alcool; on reprend l'extrait par l'eau pour précipiter toutes les matières grasses et résineuses que l'alcool a entraînées.

» La solution aqueuse, qui renferme toute l'aconitine à l'état de tartrate acide, est d'abord agitée avec de l'éther qui enlève des matières colorantes; une addition, jusqu'à cessation d'effervescence, de bicarbonate alcalin, met l'alcaloïde en liberté. Un nouveau traitement par l'éther de cette solution alcaline enlève l'alcaloïde, qui cristallise par la concentration

des liqueurs éthérées, auxquelles on a ajouté de l'éther de pétrole (essence légère de pétrole).

» L'aconitine cristallisée se présente sous la forme de tables incolores, rhombiques ou hexagonales, par suite de modifications qui se produisent principalement sur les angles aigus.

» C'est un alcaloïde azoté qui a pour formule

$$C^{54}H^{40}AzO^{2},$$

correspondant à la composition centésimale suivante :

Carbone	60,21
Hydrogène	7,44
Azote	2,61
Oxygène	29,74
	100,00

» De 0 à 100 degrés, avec ou sans la présence de l'eau, la chaleur n'a pas d'action immédiate sur l'aconitine, ni sur les sels qu'elle forme avec les acides minéraux.

» Soumise à une température de 100 degrés, au contact de l'air et au sein de sa propre liqueur extractive, elle disparaît en partie et quelquefois totalement en très-peu de temps.

» La constitution chimique de l'aconitine paraît devoir se rapprocher de celle des glucosides, produit naturel se rencontrant fréquemment dans le règne végétal, et qui ont la propriété de se dédoubler sous l'influence de certains agents, le plus souvent de ferments propres, en glucose ou un isomère d'une part, et d'autre part en une matière variable suivant les cas. Ainsi, on pourrait expliquer les altérations spontanées de certaines préparations pharmaceutiques d'aconit qui, sous des influences indéterminées, perdent tout ou partie de leurs propriétés.

» L'aconitine cristallisée est à peu près insoluble dans l'eau, même à 100 degrés. Lorsqu'on ajoute une goutte d'acide à l'eau qui la tient en suspension, elle se dissout presque immédiatement à la température ordinaire.

» Elle n'est pas volatile, même au delà de 100 degrés; à partir de 130 degrés, elle se décompose et paraît se volatiliser en partie.

» Précipitée d'une solution saline par un alcali, elle est amorphe, pulvérulente, blanche et très-légère. Sous cet état elle renferme de l'eau d'hydratation qu'elle perd à 100 degrés sans changer d'aspect.

» L'aconitine est *soluble* dans l'alcool, l'éther, la benzine, et surtout le

chloroforme; *insoluble* dans la glycérine des huiles de pétrole, lourdes et légères.

» Elle dévie à gauche le plan de polarisation.

» Sa réaction est faiblement alcaline. Elle se combine aux acides et forme avec la plupart des sels qui cristallisent facilement. L'azotate est remarquable par sa facile préparation et le volume de ses cristaux. En présence d'un excès d'acide carbonique elle se dissout facilement dans l'eau, mais reprend peu à peu sa forme cristalline lorsque l'acide carbonique s'échappe spontanément de la liqueur.

» L'acide phosphorique, le tannin, l'iodure de potassium ioduré et l'iodure double de mercure et de potassium sont les réactifs les plus sensibles de l'aconitine; mais, pour la caractériser absolument et se prononcer avec certitude sur sa nature, il faut avoir recours à l'expérimentation physiologique.

» La plus petite quantité de cet alcaloïde ou d'un de ses sels, ou bien encore d'une préparation pharmaceutique active de l'aconit, c'est-à-dire contenant de l'aconitine, détermine sur la langue, au bout de quelques minutes, une sensation de fourmillement *caractéristique* et de picotement analogue à celui que produit la racine de pyrèthre.

» L'aconitine cristallisée est un des poisons les plus actifs du règne végétal. Pour la rechercher dans un cas d'empoisonnement, il faut employer la dialyse d'abord, puis le procédé de Stas, en s'entourant, pour l'extraire des matières soumises à l'analyse, de toutes les précautions qu'exige une substance quelquefois si altérable, et qui peut, à si faible dose, occasionner la mort. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique de l'aconitine cristallisée.* Note de **MM. Gréhant** et **Duquesnel**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Pour étudier l'action physiologique de l'aconitine cristallisée, nous avons d'abord préparé une solution dans l'eau renfermant 1 milligramme par centimètre cube de liquide, solution au millième; puis nous avons fait chez la grenouille la série des expériences suivantes.

» 1re *expérience.* — On injecte sous la peau du dos d'une grenouille, à l'aide d'une seringue de Pravaz, $\frac{1}{20}$ de milligramme d'aconitine; l'animal est agité au début, la tête se fléchit sur le thorax; trente minutes après l'injection de cette faible dose de poison, le nerf sciatique découvert a com-

plétement perdu sa motricité, tandis que les muscles de la cuisse se contractent aussitôt qu'on les excite par les courants induits. L'ouverture du thorax montre que le cœur continue à battre régulièrement.

» 2e *expérience.* — Sur une grenouille, on détache les muscles gastrocnémiens, avec les nerfs sciatiques laissés adhérents aux muscles. Dans un premier verre de montre, le muscle est plongé dans une solution d'aconitine renfermant seulement $\frac{1}{5}$ de milligramme par centimètre cube, le nerf est suspendu au dehors. Dans un deuxième verre de montre, on immerge le nerf sciatique dans la même solution, en laissant le muscle au dehors. Les deux préparations sont recouvertes avec une cloche humide. Au bout d'un certain temps, le nerf de la première préparation a complétement perdu son excitabilité, tandis que le nerf de la seconde préparation fait contracter le muscle aussitôt qu'on l'excite. Ainsi l'aconitine détruit la faculté motrice du nerf, en agissant sur ses terminaisons périphériques.

» 3e *expérience.* — Avant d'empoisonner l'animal, on arrête la circulation dans l'un des membres postérieurs; tous les nerfs moteurs qui reçoivent du sang empoisonné perdent leur propriété physiologique, tandis que les nerfs du membre préservé restent parfaitement excitables. On constate que l'animal conserve la sensibilité, tant que les nerfs moteurs permettent la production des mouvements réflexes.

» Ces expériences, faites selon la méthode instituée par M. Claude Bernard dans l'étude du curare, sembleraient établir qu'à petites doses les propriétés physiologiques de l'aconitine sont analogues à celles de la curarine. C'est ainsi que l'aconitine détruit d'abord le pouvoir moteur des nerfs.

» Enfin, nous avons fait une autre expérience, qui nous a d'abord embarrassés. Nous avons injecté à une grenouille une dose de 1 milligramme d'aconitine, c'est-à-dire une dose vingt fois plus forte que celle qui servit à notre première expérience : notre étonnement fut grand en voyant que l'animal conservait très-longtemps l'excitabilité de ses nerfs moteurs, et qu'il exécutait toujours des mouvements spontanés ou convulsifs. Mais en examinant le thorax, puis en l'ouvrant, nous avons reconnu que le ventricule du cœur était complétement arrêté, et les oreillettes seules se contractaient faiblement. L'idée nous vint alors que le poison administré ainsi à forte dose pouvait peut-être arrêter primitivement le cœur, ce qui aurait pour résultat d'arrêter aussi l'absorption.

» L'expérience a complétement justifié cette hypothèse. Une grenouille fut disposée sous le microscope, pour l'examen de la circulation dans la

membrane interdigitale ; on fit sous la peau l'injection de 1 milligramme d'aconitine; une minute et demie après, la circulation se montra déjà considérablement ralentie dans les artères; après trois minutes, elle s'arrêta tout à fait. On ouvrit le thorax, le ventricule du cœur était immobile. Les nerfs du plexus brachial furent trouvés excitables, mais un peu moins que les nerfs lombaires, qui avaient conservé à peu près leur motricité normale. Le cœur étant arrêté, l'empoisonnement ne peut plus avoir lieu que par imbibition, comme dans la deuxième expérience.

» Chez les Mammifères, les phénomènes toxiques produits par l'aconitine se montrent très-rapidement et sont beaucoup moins faciles à analyser; néanmoins, nous avons injecté chez un lapin 1 milligramme d'aconitine, puis nous avons entretenu la respiration artificielle, et au bout d'une demi-heure le nerf sciatique ne déterminait plus de contractions dans les muscles, qui cependant avaient conservé leur contractilité.

» Les expériences physiologiques que nous venons d'exposer ont été faites dans le laboratoire de Physiologie du Muséum d'histoire naturelle placé sous la direction de M. Claude Bernard. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Faits démonstratifs de l'efficacité de l'acide phénique, en réponse à une assertion contraire insérée aux* Comptes rendus *du 5 juin* 1871. Note de **M. G. Grimaud**, de Caux.

« Dans la séance du 16 janvier dernier (1871), j'ai eu l'honneur de lire une Note intitulée : *De la préservation des maladies transmissibles.*

» Dans cette Note, j'ai préconisé l'efficacité de l'isolement volontaire, dont j'ai indiqué les conditions (*voir* le *Compte rendu* de cette séance) : « Nous insistons vivement sur ces conseils, ajoutais-je, en présences de » l'épidémie régnante (la variole) et des invasions morbifiques *dont nous* » *pouvons être atteints* à la suite des malheurs publics qui nous accablent.... »

» D'après une Note lue plus tard par M. Decaisne (séance du 27 février suivant), six types de maladie fournissaient alors le contingent le plus considérable à la mortalité de la capitale, et au nombre de ces types se trouvaient la *diarahée* et la *dyssenterie.*

» Aujourd'hui, il ne faudrait pas s'étonner si, ces deux types persistant, les effets venaient à en être aggravés par des causes nouvelles, au nombre desquelles il faudrait admettre : 1° la viciation subite de l'atmosphère parisienne par le séjour plus ou moins prolongé d'une grande quantité d'êtres

vivants, établis dans des baraquements et même en plein air dans tous les quartiers libres de la capitale, et en imbibant le sol d'excrétions de toutes sortes; 2° les variations brusques et souvent extrêmes que nous avons dû subir dans les températures en *moins* et que nous sommes menacés d'éprouver maintenant en *plus;* 3° enfin l'abus des fruits de la saison, arrivant trop souvent à Paris dans un état plus ou moins incomplet de maturité.

» Ces trois causes, dont on ne peut nier l'existence, suffiraient en effet à expliquer, s'il y avait lieu, la recrudescence des maladies dont nous venons de parler, et qu'il ne faudrait pas confondre avec les prodromes du véritable choléra asiatique.

» En les signalant, nous indiquons par cela même les moyens certains d'y porter remède :

» 1° Faire disparaître les *concentrations* d'êtres vivants;

» 2° Se vêtir de manière à éviter les variations brusques de température;

» 3° S'abstenir de l'usage des fruits mal mûris;

» 4° Et, comme complément de préservation, l'isolement volontaire dont nous avons donné la formule.

» Quant au choléra en particulier, une observation importante reste à faire. La science commence là où les documents ont de la certitude. Quelle place peut-on assigner dans l'édifice scientifique à de simples affirmations sans preuve? Tel est le cas de l'assertion suivante (*Comptes rendus*, t. LXXII, p. 680). Selon son auteur, les cas de choléra qui se développent *dans un milieu phéniqué* seraient généralement plus graves et plus fréquemment mortels; d'où il conclut que l'acide phénique, loin d'être un préservatif, est au contraire une cause adjuvante.

» Voici des faits contraires que les *Comptes rendus* doivent opposer. Il y en a des milliers; nous extrayons les suivants d'une Note de M. Calvert, présentée par M. Chevreul à l'Académie (séance du 1er août 1870):

» Le Dr David Davis, de Bristol, a, le premier, systématisé l'emploi de l'acide phénique. En 1867, à Bristol, le chiffre de la mortalité était de 36 à 40 personnes sur 1000 : après l'emploi de l'acide phénique il n'a plus été que de 18 à 20, la moitié. Un succès semblable a été obtenu par le même moyen à Glascow, à Liverpool, à Manchester. En 1868, à Terling (comté de Sussex), avant l'application de l'acide phénique, sur 900 habitants, 300 avaient été attaqués du typhus; pendant trois semaines que dura l'application de l'acide phénique, deux personnes seulement furent attaquées sans suite fatale, après quoi il n'y en eut plus d'autres.

» C'est d'après ces résultats que le Gouverneur a prescrit l'usage de l'acide phénique soit à bord des navires de commerce, soit dans l'armée, dans les prisons d'État ou les hôpitaux.

» A cette Communication, M. Dumas ajoute la déclaration suivante :

« L'usage de l'acide phénique comme désinfectant a été pratiqué à Paris » dès 1865. Il est devenu réglementaire pour le service des pompes funè» bres en 1866. L'Assistance publique en fait également usage.... »

» Il nous sera permis d'affirmer que les premières expériences pour la désinfection en grand des matières cholériques ont été faites à Marseille, et que ces expériences, communiquées à l'Académie, ont provoqué la première Note émanée du Conseil de salubrité de la ville de Paris et distribuée à toutes les mairies.

« Vos idées concernant l'efficacité de l'acide phénique, me dit le jour » même un Membre de ce Conseil, viennent d'être adoptées. Nous avons » rédigé une Note à ce sujet pour les mairies... »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Cl. Bernard.

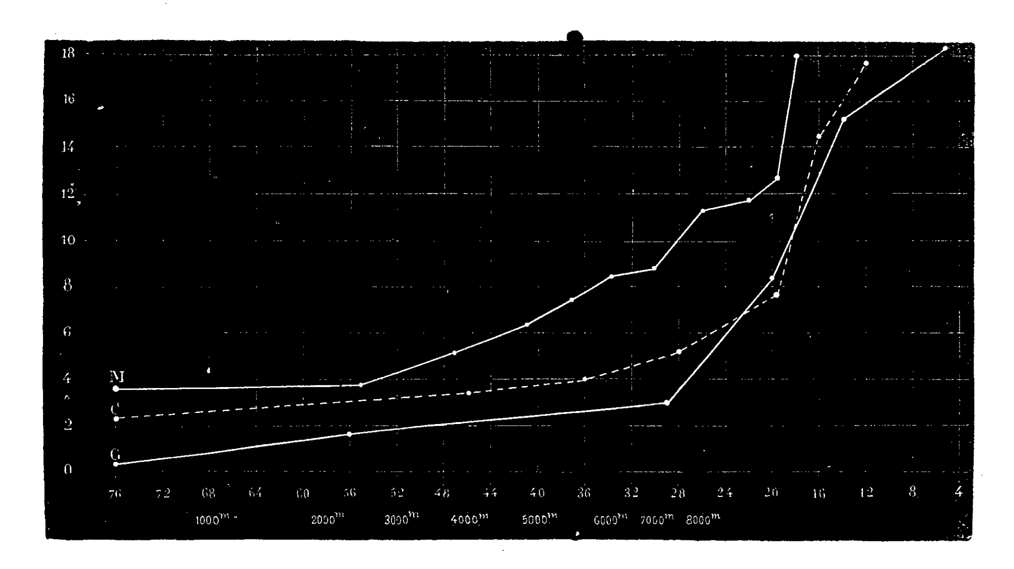
« J'ai pu, grâce au concours généreux de M. le Dr Jourdanet, installer dans le laboratoire de Physiologie de la Sorbonne de vastes appareils que desservent des machines à vapeur, et qui me permettent d'étudier expérimentalement, sous tous ses aspects, la question si importante, au point de vue physiologique et médical, de l'influence des changements dans la pression barométrique. J'aurai l'honneur d'exposer successivement à l'Académie, dans une série de Notes, les résultats de mes recherches.

» Je lui rendrai compte aujourd'hui des faits relatifs à la mort des animaux soumis à des pressions inférieures à celle de la pression atmosphérique moyenne, et particulièrement à la composition de l'air confiné et raréfié dans lequel ils succombent.

» Lorsqu'on diminue brusquement la pression à laquelle est soumis un vertébré à sang chaud, jusqu'à l'abaisser à 15 ou 18 centimètres de mercure, on voit l'animal bondir, être pris de convulsions et succomber rapidement, avec une écume sanguinolente dans les bronches. La mort arrive également vite, que la cloche où est renfermé l'animal soit close ou qu'elle soit traversée par un courant d'air continu : dans le premier cas, l'air am-

biant est à peine altéré; dans tous les deux, le sang est noir dans les cavités gauches du cœur.

» Mais si l'on abaisse graduellement la pression, on peut, avec des précautions suffisantes et en renouvelant activement l'air dès le début de l'expérience, arriver à faire vivre des animaux, pendant un temps notable, à de très-faibles pressions. Ils finissent alors, si l'on ferme la cloche, par mourir d'asphyxie. Or la composition de l'air dans lequel ils périssent varie considérablement avec la pression.



» Les graphiques que je présente ici à titre d'exemple donnent de cette assertion une preuve manifeste. Le tracé **M** est relatif à des moineaux francs, C à des cochons d'Inde, G à des grenouilles. Les pressions sont mesurées sur l'axe des abscisses; sur celui des ordonnées sont portées les proportions centésimales d'oxygène qui restaient dans l'air des cloches après la mort des animaux. Les tracés relatifs à la quantité d'acide carbonique ont une apparence à peu près symétrique.

» Pour chaque espèce, la capacité des cloches était en raison inverse de la pression, de manière que les animaux avaient sensiblement la même quantité d'air à leur disposition. J'amenais graduellement et lentement les animaux à la pression que je voulais obtenir, m'arrêtant lorsqu'ils paraissaient souffrir, et renouvelant constamment et énergiquement l'air autour d'eux; alors seulement je fermais les robinets.

» Il n'a pas été possible de faire vivre les oiseaux à une pression inférieure à 18 centimètres; les mammifères, au contraire, ont pu être amenés jusqu'à 12 centimètres; dans cette condition, leur température s'abaissait de plusieurs degrés. Les animaux à sang froid, certains mammifères nouveau-nés vont beaucoup plus loin. Une cresselle, oiseau d'assez haut vol, supporta encore moins la diminution de pression qu'un moineau; un hérisson se montra aussi susceptible que les autres mammifères, et ne put être mis en état d'hibernation.

» Relativement à l'épuisement de l'air pour une même pression, les animaux qui laissaient le plus d'oxygène et qui formaient le moins de CO^2 ont été les cresselles, les chouettes (*Strix psilodactyla*) et les chats adultes, puis les moineaux, puis les grenouilles et les chats nouveau-nés, enfin les cochons d'Inde pour les pressions supérieures à 26 centimètres; au-dessous, les grenouilles et les petits chats épuisaient davantage l'air.

» Un simple coup d'œil jeté sur les graphiques montre que la quantité d'oxygène qui reste dans l'air après la mort est d'autant plus grande que la pression est plus faible : la quantité du CO^2 formé varie en sens inverse.

» Si l'on examine de plus près, on constate que les modifications ne commencent guère à se produire que vers 55 centimètres de pression, ce qui correspond environ à 2000 mètres d'altitude. Elles suivent alors une marche assez régulièrement progressive jusqu'au niveau des pressions de 30 centimètres et au-dessous, où les phénomènes s'accentuent davantage.

» Voici quelques chiffres qui donnent la mesure de ces différences dans la composition de l'air après la mort :

» *Moineaux francs.* — Pression de 76^c,4 : CO^2, 15^c,4; O, 3,6. — 55^c : CO^2 14,7; O, 3,6. — 47^c : CO^2, 14,2; O, 5,2. — 37^c : CO^2, 11,5; O, 7,4. — 30^c : CO^2, 10,1; O, 8,7. — 26^c : CO^2, 7,8; O, 11,2. — 19^c,7 : CO^2, 7,1; O, 12,8. — 18^c : CO^2, 2,8; O, 18.

» *Chouettes.* — Pression de 76^c : CO^2, 13,2; O, 3,1. — 28^c : CO^2, 6,4; O, 13,4. — 23^c : CO^2, 3,3; O, 17,1. — 19^c,5 : CO^2, 2,6; O, 17,6.

» *Chats.* — Pression de 75^c : CO^2, 13,2; O, 4,4. — 51^c : CO^2, 10,1; O, 8,5. — 29^c,5 : CO^2, 9,6; O, 10,3. — 21^c : CO^2, 6,4; O, 15.5. — 16^c : CO^2, 5,5; O, 16,6.

» *Chats nouveau-nés.* — Pression de 58^c : CO^2, 17,1; O, 3. — 25^c,5 : CO^2, 14,5; O, 7,1. — 20^c : CO^2, 14,5; O, 8,5. — 16^c,5 : CO^2, 10,7; O, .3.

» *Cochons d'Inde.* — Pression de 76^c : CO^2, 16,4; O, 2,3. — 46^c,5 : CO^2, 16; O, 3,4. — 36^c : CO^2, 17,8; O, 4. — 28^c : CO^2, 15,7; O, 5,2. — 19^c,5 : CO^2, 15,6; O, 7,6. — 16^c : CO^2, 9,8; O, 14,5. — 12^c : CO^2, 3,1; O, 17,6.

» *Grenouilles.* — Pression de 76^c : CO^2, 17,4; O, 0,3. — 56^c : CO^2, 17,7; O, 1,7. — 29^c : CO^2, 15; O, 3. — 20^c : CO^2, 12; O, 8,4. — 14^c : CO^2, 6,3; O, 15,2. — $5^c,5$: CO^2, 3,4; O, 18,2.

» *Chrysomèles.* — A 76^c, ou à 9^c, ou même à 4^c, ont épuisé complétement l'oxygène, et laissé de 18 à 20 de CO^2.

» J'exposerai dans une autre Communication les conséquences que l'on peut tirer de ces expériences, relativement à l'asphyxie et à l'influence des altitudes. »

PHYSIOLOGIE. — *Des gaz du sang. — Expériences physiologiques sur les circonstances qui en font varier la proportion dans le système artériel.* Note de **MM. Ed. Mathieu** et **V. Urbain**, présentée par M. Cahours.

« Nous nous sommes proposé de déterminer les influences diverses qui peuvent faire varier la quantité des gaz contenus dans le sang artériel. Ces variations sont sous la dépendance de phénomènes particuliers dont l'étude était importante, car l'arrivée au contact des tissus d'un sang plus ou moins oxygéné exerce une action directe sur l'intensité des combustions intimes. Dans ce premier Mémoire, après avoir décrit l'appareil qui nous a servi pour l'analyse des gaz du sang, nous examinons l'effet des saignées, puis celui de la circulation au point de vue de l'identité de composition du sang artériel dans les différents vaisseaux, enfin nous étudions l'influence de la température extérieure et de la pression atmosphérique sur la quantité d'oxygène fixé par la respiration.

» I. *Influence des pertes de sang sur la proportion des gaz du sang artériel.* — Les saignées pratiquées à un animal amènent des modifications dans la proportion des gaz que renferme son sang artériel. Nous avons trouvé chez des chiens à jeun, saignés à la crurale, les différences suivantes :

	Saignées de 20^{cc} à un jour d'intervalle.		*Saignées successives de 20^{cc} à une heure d'intervalle.*					*Saignées successives de 40^{cc}.*		
	Resp. 22.	Resp 15.	Resp. 18.	Resp. 16.	Resp. 16.	Resd. 14.	Resp. 12.	Resp. 17.	Resp. 15.	Resp. 12.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
O.....	21,50	20,25	20,00	18,75	17,75	16,50	15,65	20,75	17,25	14,80
CO^2...	47,50	54,50	52,75	49,25	49,25	48,25	47,35	67,25	54,50	48,40

» Un grand nombre d'analyses nous ont montré que pour des pertes de sang de 20 centimètres cubes, on obtient une décroissance des chiffres d'oxygène représentée assez exactement par les nombres suivants : 2e saignée, $1^{cc},25$; 3e saignée, $2^{cc},25$; 4e saignée, 3^{cc}; 5e saignée, $3^{cc},50$. Cet effet était indispensable à connaître, car si l'on soumet un animal à

des influences diverses et qu'on lui prenne chaque fois du sang pour en analyser les gaz, le résultat des secondes analyses est modifié à la fois par les circonstances que l'on a fait intervenir et par la saignée antérieure. Pour supprimer cette dernière influence et connaître exactement celle que l'on étudie, il suffit de relever les chiffres d'oxygène des différentes saignées dans la proportion indiquée ci-dessus. Cette correction sera plus exacte encore si l'on a soin de déterminer la composition normale du sang de l'animal sur lequel on opère au commencement et à la fin d'une série d'expériences. En tenant compte de ces observations, on pourra avec avantage employer le procédé des saignées successives, car il permet d'écarter certaines causes d'irrégularités dues aux impressions douloureuses et à des différences individuelles qu'il est fort difficile d'éviter en agissant autrement.

» L'influence dépressive des saignées provient de la perte d'une plus ou moins grande quantité de globules sanguins et surtout de la diminution de la pression intravasculaire, l'abaissement de cette dernière ayant pour conséquences l'accélération de la circulation et accessoirement le ralentissement de la respiration. Quinze à vingt jours après la saignée, tout effet a disparu, et l'on retrouve des chiffres à peu près identiques à ceux qu'on avait obtenus une première fois.

» II. *Proportion des gaz contenus dans le sang des différentes artères.* — On admet généralement que le liquide sanguin présente la même composition dans tout le système artériel. Cette opinion est à peu près exacte, si l'on compare le sang de deux vaisseaux de même calibre, tels que les artères carotide et crurale, chez le chien; mais si l'on s'adresse à des artères de diamètres fort différents, les analyses indiquent toujours une proportion d'oxygène et d'acide carbonique plus élevée dans le contenu du vaisseau le plus volumineux.

	N° 1.				N° 2.				N° 3.	
	Sang de la carotide.	Branche de la crurale.	Carotide.	Branche de la crurale.	Linguale droite.	Carotide droite.	Linguale droite (*).	Carotide droite.	Crurale.	Branche de la crurale.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
O.....	25,00	22,00	23,50	21,25	19,00	20,75	18,75	19,00	12,67	10,16
CO^2...	54,50	44,00	46,50	37,50	44,00	51,75	60,75	43,50	62,50	52,10

» Ces différences pouvaient tenir à des oxydations intravasculaires; mais étant connue la rapidité de la circulation, il fallait que ces oxydations se

(*) Sang venu par anastomose de la linguale gauche, la carotide droite étant oblitérée.

produisissent avec une intensité extrême. Or nous nous sommes assurés que du sang, maintenu à 38 degrés à l'abri du contact de l'air, perd son oxygène fort lentement. Cette perte, après une heure, est de 3^{cc},50 pour 100 environ ; après deux heures, elle est de 7 centimètres cubes. De plus, le sang de deux vaisseaux de diamètres inégaux, pris à la même distance du cœur, présente des différences (expérience n° 3), tandis que la longueur et les sinuosités du trajet restent sans action (expérience n° 2). Des oxydations intravasculaires ne pouvaient donc pas expliquer les résultats que l'on constate.

» Dans certaines expériences, nous avions remarqué que la densité du sang diminue dans les artérioles en même temps que la proportion d'oxygène. Ce fait, que nous avons souvent vérifié depuis, a été le point de départ de recherches que nous avons entreprises sur le mode de distribution dans des canaux ramifiés d'un liquide tenant en suspension des particules pesantes, et présentant une certaine analogie avec le sang, dont les globules flottent dans le sérum. Or, si l'on injecte un liquide de ce genre dans un système de tubes ramifiés présentant des diamètres différents, on observe que la portion qui s'écoule par une branche droite et large présente une densité notablement supérieure à celle qui sort par une bifurcation latérale et étroite. Ces variations de densité s'expliquent facilement, car les particules en suspension possèdent une quantité de mouvement plus considérable que celles du liquide environnant à cause de leur plus grande masse, et par suite elles éprouvent plus de difficulté que celles-ci à changer leur direction initiale à la naissance d'un embranchement.

» En appliquant ces résultats à la circulation du sang, les organes fixateurs de l'oxygène, c'est-à-dire les globules en suspension dans le plasma, devaient se trouver en plus grand nombre dans les grosses artères, ce qui est démontré par la densité plus élevée du sang qui y circule, et ce qui explique parfaitement la proportion plus considérable d'oxygène que l'on trouve dans le contenu de ces mêmes vaisseaux.

» III. *Influence de la température extérieure sur les gaz du sang.* — Le sang artériel des animaux à température constante contient plus d'oxygène en hiver qu'en été. Ce fait, qui explique la résistance de ces animaux au refroidissement, est démontré par les analyses suivantes :

Expér. des	21 mars.	5 juin,	5 juillet,	3 avril.	10 juin	27 mars.	22 juillet.	8 juin 1870.	
Temp. extér.	+ 4°,8	+ 16°	+ 23°,9	+ 8°	+ 17°,4	+ 0°,7	+ 24°	Air respiré à 28°.	Air respiré à 18°.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
O.....	20,25	19,40	16,56	24,50	17,00	22,10	11,56	19,75	21,25
CO^2....	49,00	40,50	47,47	50,75	50,75	49,75	47,51	50,50	52,75

» Ainsi, le sang artériel fixe une quantité d'oxygène d'autant plus grande que l'air inspiré est plus froid. Ce phénomène se rattache à l'endosmose pulmonaire plus active par une température basse que par une température élevée. Voici les preuves expérimentales à l'appui. Graham avait établi que la diffusion entre deux gaz séparés par une cloison humide est proportionnelle à leur solubilité respective. Nous avons vérifié que cette diffusion au travers d'une membrane animale est d'autant plus rapide qu'elle s'effectue dans un mileu plus froid. On a employé pour ces expériences les gaz oxygène et acide carbonique; une vessie humide renfermant l'oxygène était introduite dans un flacon rempli d'acide carbonique, maintenu soit à la température ambiante, soit à une température plus élevée au moyen d'un bain-marie. L'analyse des gaz contenus dans le flacon a indiqué, au bout de deux heures, à une température de 15 degrés, un passage d'oxygène de 47 centimètres cubes, et, à une température de 50 degrés, un passage de $19^{cc},50$ seulement, les autres conditions étant exactement les mêmes.

» On obtient un effet analogue, en faisant passer un courant d'air à deux températures différentes au travers d'une même quantité de sang défibriné et désoxygéné, maintenu à une température constante de 38 degrés. On constate que le sang traversé par l'air le plus froid a fixé une quantité d'oxygène plus élevée. L'absorption par les animaux d'une plus forte proportion d'oxygène pendant la saison froide est donc un phénomène purement physique que régissent les lois de l'endosmose gazeuze. Les changements diurnes de la température suffisent pour provoquer ces variations, auxquelles n'échappent pas les animaux en léthargie par le froid.

» Enfin l'introduction dans l'économie d'une plus grande quantité d'oxygène par une température basse, coïncide avec l'augmentation des combustions organiques qui s'observe en hiver. Ces changements dans l'intensité des combustions intimes résultent de l'apport variable de l'oxygène, car on les rend évidents en changeant la température de l'air que respire un animal.

	Air respiré à 22 degrés.		Air respiré à 40 degrés.		Air respiré à 10 degrés.	
	Sang artériel.	Sang veineux.	Sang artériel.	Sang veineux.	Sang artériel.	Sang veinenx.
O....	$21^{cc},25$	$13^{cc},50$	$18^{cc},50$	$13^{cc},00$	$21^{cc},25$	$12^{cc},25$
CO^2...	$47^{cc},20$	$61^{cc},25$	$50^{cc},00$	$60^{cc},25$	$55^{cc},50$	$58^{cc},00$
	Oxygène disparu : $7^{cc},75$.		Oxygène disparu : $5^{cc},50$.		Oxygène disparu : $9^{cc},00$.	

» IV. — *Influence de la pression atmosphérique.* — Nous avons directe-

ment constaté que le sang artériel contient davantage d'oxyde et d'acide carbonique lorsque la pression atmosphérique est plus élevée, et réciproquement.

Pression de l'air inspiré....	764^{mm}	734^{mm}	794^{mm}
O....................	$22^{cc},50$	$20^{cc},50$	$24^{cc},00$
CO^2....................	$51^{cc},50$	$49^{cc},75$	$56^{cc},50$

» Les résultats très-nets qu'indiquent ces analyses sont encore une conséquence des lois de l'endosmose des gaz au travers des membranes humides. La quantité d'acide carbonique contenu dans le sang artériel s'accroît lorsque la pression atmosphérique augmente, parce que la portion de ce gaz non éliminé des tuyaux bronchiques subit elle-même les variations de la pression. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le développement des écrevisses.* Note de **M. Samuel Chantran**, présentée par M. Ch. Robin.

« Mes nouvelles expériences ont confirmé les faits que j'ai déjà exposés l'an passé, notamment en ce qui concerne la durée de la vie des jeunes écrevisses sous l'abdomen de la mère; j'ai observé que non-seulement, elles se nourrissent de la pellicule des œufs et de la carapace provenant de leur première mue, mais que les plus fortes mangent les individus qui se développent difficilement à cause de leur agglomération, et qui ne peuvent muer. Faciliter cette mue est probablement l'une des raisons qui font que dans les deux ou trois premiers jours qui suivent l'éclosion, la mère agite constamment ses fausses pattes, auxquelles sont suspendues les jeunes écrevisses. Celles qui, en muant, se brisent les membres sont aussi dévorées par leurs compagnes. Ainsi les écrevisses, dès qu'elles ont dix jours, se mangent entre elles; il en est, du reste, de même de celles de tout âge, lorsqu'elles muent et sont en trop grand nombre dans un petit espace.

» J'ai observé aussi que la température exerce une influence marquée sur la durée de l'incubation des œufs et sur le nombre des mues périodiques. Le nombre des mues est de huit dans la première année qui suit l'éclosion. Il est de cinq dans la deuxième année ou de six dans les années où la température est élevée. Il est de deux à trois dans la troisième, ce qui fait de quinze à dix-sept mues en tout au commencement de la quatrième année. L'écrevisse mâle devient adulte, c'est-à-dire apte à l'accouplement, en entrant dans sa troisième année, et la femelle apte à la fécondation au début de la quatrième année.

» Tous les savants savent que les organes de l'écrevisse se reproduisent. D'après mes expériences, les antennes repoussent pendant le temps qui sépare une mue de la suivante. Les autres membres, tels que grosses pattes, petites pattes, fausses pattes et lamelles de la queue, se régénèrent plus lentement, trois mues ayant lieu durant leur régénération. Lorsque survient la quatrième mue, les membres régénérés ont toute leur force. Dans la première année de leur existence, soixante-dix jours suffisent aux jeunes écrevisses pour la régénération de ces divers membres. Il n'en est pas de même pour l'écrevisse adulte : il faut à la femelle de trois à quatre ans pour refaire ses membres et au mâle un an et demi à deux ans, car le mâle adulte mue deux fois par an et la femelle adulte une seule fois.

» Dans une prochaine Note je ferai connaître les résultats d'expériences de ce genre, qui concernent spécialement la régénération des yeux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La bourrasque du 11 juillet 1871.* Note de **M. Chapelas.**

« J'ai l'honneur de commmuniquer à l'Académie quelques observations sur les mouvements atmosphériques qui ont précédé et suivi la forte bourrasque du 11 juillet. J'extrais de mon journal météorique les renseignements suivants :

« *Journée du 9 juillet.* — Belle matinée; la journée se maintient, ciel nuageux. Vent rasant la terre et nuages les plus bas O., O.-N.-O.; moyenne région S.-O., O.-S.-O.; quelques filaments de cirrus très-déliés N., cours très-vif. Baromètre, $764^{mm},41$.

» *Journée du 10.* — Belle matinée, horizon brumeux, temps lourd et orageux; les courants atmosphériques affectent un mouvement très-prononcé vers le sud; un peu de pluie le soir. Baromètre, $757^{mm},28$.

» *Journée du 11.* — Pluie le matin, vent et nuages O.-S.-O., S.-O., et quelquefois S.-S.-O.; forte bourrasque, pluie torrentielle; certains quartiers sont littéralement inondés. Baromètre, $751^{mm},41$. Vers 5 heures du soir, le vent et les nuages N., N.-N.-O. Baromètre, $755^{mm},41$. »

» L'examen de ces diverses observations montre que les signes météorologiques recueillis dans la journée du 9 se sont produits successivement, apportant chacun leurs effets particuliers.

» Dès le 10 au matin, nous constatons déjà une oscillation des courants vers le sud, la pluie arrive dans la soirée, le baromètre accuse une baisse de $7^{mm},13$. Enfin, les courants de S.-O., solidement établis dans la journée du 11, nous amènent par moments un véritable déluge; le baromètre baisse de nouveau de $5^{mm},87$, ce qui donne une dépression totale de 13 millimètres.

» L'après-midi, vers 5 heures du soir, tout change; le vent et les nuages sont au N., N.-N.-O., comme l'indiquait la direction des cirrus observés le 9; le baromètre remonte déjà de 4 millimètres.

» Nous vérifions donc de nouveau, et dans un cas fort intéressant, cette loi si curieuse de l'abaissement progressif des courants de l'atmosphère, sur laquelle nous ne cessons d'attirer l'attention de l'Académie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le bolide du 15 juillet*. Note de **M. Chapelas**.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie des Sciences le passage d'un bolide extrêmement remarquable, observé dans la soirée du 15 juillet, à $11^h 12^m$.

» Ce météore qui n'a fourni que 25 degrés de course, était spécialement intéressant par sa taille et les diverses nuances qu'il présentait durant le parcours de sa trajectoire.

» Le diamètre apparent du noyau, qui allait sans cesse en augmentant, égalait six ou sept fois celui de Jupiter, au moment de la disparition du phénomène. D'une blancheur éblouissante à son point de départ, ce globe filant prenait successivement une belle couleur vert-émeraude, puis rouge vif. Il était accompagné d'une magnifique traînée large et compacte, présentant identiquement et dans le même ordre des couleurs semblables.

» Ayant pris naissance près de l'étoile ζ de Pégase, le bolide descendit directement à l'horizon et finit au milieu de la brume, non pas en éclatant, mais en s'épanouissant et projetant alors une clarté rouge très-intense, qui éclaira un moment toute la partie est de Paris.

» Sa direction, relevée avec soin, était nord-ouest.

» Vu l'heure peu avancée de la nuit, cet intéressant phénomène ne peut manquer d'avoir été observé sur différents points. »

MÉTÉOROLOGIE. — *L'hiver de 1870-71 à Paris, à Montpellier et à Cannes*. Note de **M. de Valcourt**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« On trouve, dans le *Compte rendu* du 15 mai dernier, une intéressante Communication de M. Charles Martins, faisant connaître que, pendant l'hiver 1870-71, le thermomètre est descendu plus bas à Montpellier qu'à Paris. Je me propose ici d'apporter un troisième élément de comparaison en parlant de l'hiver 1870-71 à Cannes.

» Depuis six années, je recueille chaque jour des observations météoro-

logiques, dans le but d'établir rigoureusement, par l'étude des phénomènes atmosphériques et par leur influence sur la santé des malades, la valeur médicale réelle de cette station hivernale. Ces observations, corroborées par l'état de la végétation et l'étude de la structure du sol, me paraisssent susceptibles de fournir des résultats importants.

» En adoptant le plan suivi par M. Martins, voyons ce qui s'est passé à Cannes en décembre 1870, janvier et févrieer 1871.

» Là, comme à Paris et à Montpellier, nous pouvons signaler trois périodes de froid, mais elles ont été plus courtes :

» La *première*, du 2 au 5 décembre, minimum moyen + 1°,5; la *seconde*, du 23 décembre au 3 janvier, minimum moyen — 0°,7.

» Ces périodes de froid ont été bien moins sensibles qu'à Paris et à Montpellier, mais se sont présentées aux mêmes époques.

» En prenant comme durées de ces périodes celles indiquées par M. Charles Martins, nous arrivons aux résultats suivants :

Première période (1er au 12 décembre 1870).

	Paris.	Montpellier.	Cannes.
Minimum moyen......	— 3°,6	— 2°,6	+ 2°,55
Minimum absolu.......	— 5 ,9	— 8 ,9	— 3 ,8
Date de ce dernier......	5 décembre	8 décembre	7 décembre

Seconde période (22 décembre au 5 javier 1871).

	Paris.	Montpellier.	Cannes.
Minimum moyen......	— 7°,2	—10°,2	— 0°,04
Minimum absolu.......	—11 ,2	—16 ,1	— 3 ,0
Date de ce dernier.....	24 décembre	31 décembre	24 décembre

Troisième période (9 au 15 janvier 1871).

	Paris.	Montpellier.	Cannes.
Minimum moyen......	— 4°,6	— 7°,9	— 0°,5
Minimum absolu.......	— 8 ,0	—13 ,1	— 0 ,5
Date de ce dernier.....	15 janvier	15 janvier	13 janvier

» Il est à remarquer que, dans ces trois périodes, les minima absolus et moyens sont plus bas à Montpellier qu'à Paris; Cannes a constamment la supériorité.

» Passons à l'étude des moyennes mensuelles.

» *Décembre* 1870 : à l'Observatoire de Paris, le minimum moyen de ce mois a été de — 2°,8; au jardin des Plantes de Montpellier, de — 2°,2; à mon observatoire de Cannes, situé sur la promenade publique, de + 3 de-

grés. Le maximum moyen a été, pendant cette période, de + 1 degré à Paris; 6 degrés à Montpellier; 10°,7 à Cannes.

» Presque chaque année, nous avons noté quelques nuits pendant lesquelles le thermomètre s'est abaissé à zéro ou au-dessous; mais, au lever du soleil, la température remontait toujours au-dessus de zéro. Pendant cette période de six années, le 24 décembre 1870 (jour donnant aussi, pour Paris, le maximum de froid) est le seul exemple, à Cannes, d'une température au-dessous de zéro. A 9 heures du matin, le thermomètre était — 2 degrés; il est vrai qu'à midi il était remonté à + 7°,5.

» *Janvier* 1871 : minimum moyen à Paris — 2°,5, à Montpellier — 5°,5, à Cannes + 2°,7; maximum moyen, Paris + 0°,7, Montpellier + 5°,3, Cannes + 11°,9.

» *Février* 1871 : minimum moyen à Paris + 2°,9, Montpellier + 1°,8, Cannes + 15 degrés; maximum moyen, Paris + 9°,1, Montpellier + 13°5, Cannes + 15 degrés.

» Notons que si, par suite du rayonnement nocturne, il faut signaler plusieurs nuits dont la température a été plus basse à Montpellier qu'à Paris, l'avantage en ce qui concerne le maximum moyen, c'est-à-dire la température de la journée, reste constamment à la ville méridionale. Quant à la supériorité de Cannes, elle est très-remarquable. Pendant cet hiver si exceptionnellement rigoureux, quelques nuits ont été assez froides; mais le maximum moyen mensuel s'est constamment maintenu au-dessus de 10 degrés C.

» Ce fait explique comment il se fait que les végétaux puissent supporter un abaissement assez marqué de température pendant la nuit; cet abaissement dure peu, il amène seulement un engourdissement passager de la vie végétative, et l'élévation du thermomètre pendant le jour ranime, si je puis dire ainsi, la plante sur le point de périr.

» La végétation spéciale au midi de la France a souffert par suite de la durée exceptionnelle de trois périodes de froid que nous venons de signaler en 1870-71; il nous reste à comparer, sous ce rapport, Montpellier et Cannes. Ce sera l'objet d'un prochain travail. »

M. Carret adresse, de Chambéry, une Note d'après laquelle il aurait pu, au moyen d'un système particulier de chauffage et de ventilation, réduire à vingt jours, et même à dix-huit, la durée de l'éducation des vers à soie, et obtenir, malgré cela, des produits de belle qualité, en quantités considérables.

Cette Note sera jointe aux Communications adressées précédemment par

l'auteur, sur des sujets analogues, pour le concours de l'un des prix Montyon.

M. Zaliwski adresse une Note concernant l'influence exercée par l'état de sécheresse de l'atmosphère sur l'inflammabilité des poudres explosives, et sur l'action de l'acide oxalique, même en petite quantité, pour modifier les propriétés de ces poudres, en les rendant moins inflammables et moins brisantes.

M. Fortin adresse une Note relative aux indications qui ont été fournies par une aiguille aimantée spéciale, à l'approche de la tempête qui a traversé la France la semaine dernière.

M. Pigeon adresse une Note relative à la nature de l'ozone.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 juillet 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Academie des Sciences, t. LXIX, juillet-décembre 1869. Paris, 1869; 1 vol. in-4°.

Traité des fractures non consolidées ou pseudarthroses; par M. L.-J.-B. Béranger-Féraud. Paris, 1871; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

La France et la Prusse. Lavoisier et M. Liebig; par M. A. Béchamp. Montpellier, 1871; br. in-8°.

Recherches sur la polarisation rotatoire magnétique des liquides; par M. A. de la Rive, *communiquées à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, le 2 juin 1870. Genève, 1870; br. in-8°.

Recherches physico-chimiques sur les articulés aquatiques; par M. F. Plateau, 1re partie. Bruxelles, 1870; in-4°.

Traité de physiologie comparée des animaux; par M. G. COLIN, t. Ier, deuxième édition. Paris, 1871; in-8°.

Essais sur les dyspepsies. Digestion artificielle des substances féculentes; par M. C.-L. COUTARET. Paris, 1870; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix Barbier, 1871.)

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, t. VIII, 3e cahier. Neuchâtel, 1870; in-8°.

De l'analyse des phosphates fossiles; par M. A. BOBIERRE. Nantes, sans date; br. in-8°.

Les ballons du siége de Paris, septembre 1870-*février* 1871. Sans lieu ni date; tableau in-folio.

Société médicale de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1869-1870, *présenté dans la séance du* 3 *août* 1870, *par* M. le Dr CHALLIER, 24e année. Gannat, 1870; in-8°.

Sur le mouvement de l'œil; par M. G.-F.-W. BÆHR. Amsterdam, 1871; in-8°.

Quelques arpenteurs hollandais de la fin du XVIe *siècle et du commencement du* XVIIe *siècle, et leurs instruments; par* M. G.-A. VORSTERMAN VAN OIJEN. Rome, 1870; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Notice biographique sur Bernard Riemann; par M. E. SCHERING; *traduite de l'allemand par* M. P. MANSION, *et suivie d'un catalogue des travaux de B. Riemann.* Rome 1870; in-8°. (Extrait du même *Bulletin.*)

Bullettino... *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. III, juin à décembre 1870. Rome, 1870; in-4°.

Sulla... *Sur la théorie de quelques courbes pédales. Mémoire de* M. B. TORTOLONI. Rome, 1871; in-4°. (Extrait du même *Bulletin.*)

[Ces quatre derniers ouvrages sont présentés par M. Chasles.]

Sulle... *Sur les conditions de l'industrie minière dans l'île de Sardaigne. Rapport fait à la Commission parlementaire d'enquête par* M. Q. SELLA. Florence, 1871; in-4° avec atlas in-folio oblong.

Sulla... *Sur la surface du quatrième ordre douée d'une conique double; par* M. L. CREMONA, 1er et 2e Mémoires. Milan, 1871; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulle... *Sur les transformations rationnelles dans l'espace; par* M. L. CREMONA, 1re et 2e Notes. Milan, 1871; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulle... *Sur les lignes de courbures des surfaces du second degré; par* M. le prof. CREMONA. Bologne, 1871; in-4°.

Intorno... *Sur deux pennatules, l'une non encore trouvée dans la Méditerranée, l'autre nouvelle dans notre golfe; par* M. P. PANCERI. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Intorno... *Sur la lumière émanée des corps gras; par* M. P. PANCERI. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Sur les tangentes à une courbe du quatrième ordre avec un point double; par M. F. BRIOSCHI, de Milan. Tirage à part des *Matematische Annalen* de MM. A. CLEBSCH et C. NEUMANN. Leipzig, sans date; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 juillet 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Études théoriques et pratiques d'agronomie et de physiologie végétale; par M. Isid. PIERRE, t. III : *Céréales*. Paris, sans date; in-12.

Recherches sur les produits alcooliques de la distillation des betteraves; par MM. Isid. PIERRE et E. PUCHOT. Caen, 1868; in-8°.

Anthropologie. Etude des organes, fonctions, maladies de l'homme et de la femme; par M. Antonin BOSSU, sixième édition. Paris, 1870; 2 vol. in-8° avec atlas.

Étude sur les ouragans de l'hémisphère austral; par M. BRIDET, deuxième édition. Paris, 1869; in-8° cartonné.

Les origines animales de l'homme éclairées par la physiologie et l'anatomie comparative; par M. J.-P. DURAND (de Gros). Paris, 1871; in-8°.

Ontologie et psychologie physiologique. Études critiques; par M. J.-P. DURAND (de Gros). Paris, 1871; in-12.

Les lois de la vie et l'art de prolonger ses jours; par M. J. RAMBOSSON. Paris, 1871; in-8°.

Éléments de cosmographie; par MM. E. MENU DE SAINT-MESMIN *et* Ch. DE COMBEROUSSE. Paris, 1871; in-12 cartonné.

Météorologie. Notes sur des aurores boréales et sur la lumière zodiacale observées à Angers en 1870 et 1871; par M. Al. CHEUX. Angers, 1871; in-12.

Qu'est-ce que l'aile d'un oiseau? par M. F. PLATEAU. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, collection in-8°, t. I, 3e fascicule. Bruxelles, 1870; in-8°.

The... *Catalogue des pierres gravées de la collection Marlborough, avec description et introduction; par* M. N.-S. MASKELYNE. Londres, 1870; in-4° relié vélin.

Le stelle... *Les étoiles filantes de la période de novembre* 1868 *à août* 1869, *observées en Piémont et dans les autres pays de l'Italie, Mémoires* V et VI du P. Fr. DENZA. Turin, 1870; in-12.

Ricerche... *Recherches sur la propagation de l'électricité dans les liquides, exécutées au laboratoire de physique de l'Université royale de Palerme; par* M. D. MACALUSO. Palerme, 1871; in-4°.

Atti... *Actes de l'Académie pontificale de' Nuovi Lincei,* 23e *année, de décembre* 1869 *à juin* 1870. Rome, 1870; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUILLET 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation d'un Arrêté de M. le Président du Conseil, Chef du pouvoir exécutif de la République française, qui approuve l'élection de M. *Puiseux,* faite par l'Académie dans la séance du 10 juillet, pour remplir, dans la Section de Géométrie, la place devenue vacante par le décès de M. *Lamé*.

Il est donné lecture de cet Arrêté.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Puiseux** prend place parmi ses confrères.

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés générales des courbes géométriques, relatives à leurs axes harmoniques; par* **M. Chasles**.

« L'axe harmonique d'un point, relatif à une courbe géométrique, est la droite dont la connaissance est due à Côtes; si le point est à l'infini, cette droite est le *diamètre* de Newton; de sorte que les propriétés des *diamètres* d'une courbe géométrique conduisent à celles des axes harmoniques qui ont leurs pôles en ligne droite : ce qui n'offre toutefois qu'un paragraphe très-restreint de la théorie générale des axes harmoniques. Si l'on considère que

ces axes harmoniques sont dans la théorie des coniques les droites, appelées les *polaires*, qui interviennent dans presque toutes les propriétés de ces courbes, dont le nombre s'accroît continûment, on peut penser que les axes harmoniques des courbes d'ordre supérieur sont susceptibles aussi d'intervenir dans une foule de questions générales de la géométrie. Ce sont les propriétés auxquelles donnent lieu ces axes harmoniques, qui font le sujet de la présente Communication.

» J'ai classé les théorèmes en six chapitres. Les axes harmoniques s'y rapportent toujours à une courbe générale U_m, c'est-à-dire d'ordre m : et il ne sera pas nécessaire de répéter cette condition primitive. Nous aurons à considérer, soit les axes harmoniques dont les pôles sont donnés, soit des droites données comme axes harmoniques et dout les pôles font le sujet des theorèmes.

» Dans le premier chapitre, on considère les axes harmoniques des points d'une courbe donnée $U_{m'}$, d'ordre m'. Si cette courbe devient une droite, on a ainsi les propriétés des axes harmoniques que l'on peut conclure, comme il vient d'être dit, de celles des *diamètres* qui ont été le sujet de ma Communication antérieure.

» Le second chapitre se rapporte aux tangentes d'une courbe $U_{m'}$, que l'on considère comme axes harmoniques de la courbe U_m; les théorèmes expriment des propriétés relatives aux pôles de ces tangentes prises ainsi pour des axes harmoniques de la courbe U_m.

» Dans le troisième chapitre, les axes harmoniques de la courbe U_m ont leurs pôles sur les tangentes ou les normales d'une courbe $U_{m'}$.

» Dans le quatrième chapitre, on considère, indépendamment de la courbe $U_{m'}$, qui a donné lieu aux axes harmoniques de U_m dans les trois chapitres précédents, une seconde courbe $U_{m''}$ indépendante de la première.

» Le cinquième chapitre traite des axes harmoniques de deux courbes U_m, U_{m_1}, dont les pôles sont déterminés par l'intervention de deux courbes étrangères $U_{m'}$, $U_{m''}$.

» Enfin, le sixième chapitre concerne les axes harmoniques de trois courbes quelconques U_m, U_{m_1}, U_{m_2}.

Chapitre I. — Concernant les axes harmoniques de la courbe U_m, qui ont leurs poles sur une courbe $U_{m'}$.

§ 1er. — *Propriétés relatives à la courbe enveloppe des axes hamoniques des points de* $U_{m'}$.

» 1. *Les axes harmoniques des points d'une courbe* $U_{m'}$, *relatifs à une*

courbe U_m, *enveloppent une courbe de la classe* $m'(m-1)$ *et de l'ordre* $n' + 2m'(m-2)$ (*).

» 2. *Les droites menées des points de* $U_{m'}$ *aux points de contact des axes harmoniques de ces points avec leur courbe enveloppe, sont les tangentes d'une courbe de la classe* $n' + m'(2m-3)$.

» 3. *Par les points de contact des axes harmoniques des points* a *de* $U_{m'}$ *et de leur courbe enveloppe, on mène des parallèles aux tangentes de* $U_{m'}$ *aux points* a : *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $2n' + 2m'(m-2)$.

» 4. *Par les points de contact des axes harmoniques des points* a *de* $U_{m'}$ *et de leur courbe enveloppe, on mène des perpendiculaires aux tangentes de* $U_{m'}$ *aux points* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$2n' + 2m'(m-2);$$

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $3n' + 2m'(m-2)$.

» 5. *La normale au point de contact* α *de l'axe harmonique du point* a *de* $U_{m'}$ *avec sa courbe enveloppe, rencontre la tangente de* $U_{m'}$ *en* a *sur une courbe de l'ordre* $2n' + m'(3m-5)$.

» 6. *L'axe harmonique du point* α *où l'axe harmonique d'un point* a *de* $U_{m'}$ *touche sa courbe enveloppe, rencontre celui-ci sur une courbe de l'ordre*

$$(m-1)[n' + m'(2m-3)].$$

» 7. *Si par les points de contact* α *des axes harmoniques des points* a *de* $U_{m'}$ *avec leur courbe enveloppe on mène des perpendiculaires aux droites* aα, *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2n' + m'(4m-7)$.

§ 2. — *Théorèmes dans lesquels interviennent des éléments de la courbe* U_m.

» 8. *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène des droites aux points où l'axe harmonique du point* a *coupe* U_m, *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $m'm(m-1)$.

» 9. *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* U_m, *ces tangentes rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $m'm(n-1)$.

» 10. *Si, par les points où les axes harmoniques des points d'une courbe* $U_{m'}$ *rencontrent* U_m, *on mène les perpendiculaires à ces axes, ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2m'm(m-1)$.

» 11. *Les axes harmoniques des points d'une courbe* $U_{m'}$ *rencontrent les nor-*

(*) Nous désignerons, en général, par *n* la *classe* d'une courbe d'*ordre m*, qnand cette classe entrera dans les théorèmes.

males de U_m *qui leur sont perpendiculaires sur une courbe de l'ordre*

$$m'(m-1)(m+2n).$$

» 12. *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène les normales de la courbe* U_m; *l'axe harmonique du point* a, *relatif à cette courbe, rencontre les normales sur une courbe de l'ordre* $m'm(m+n)$.

§ 3. — *Théorèmes dans lesquels interviennent des éléments de la courbe* $U_{m'}$.

» 13. *Si par les points d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène des parallèles aux axes harmoniques de ces points, ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m'm$.

» 14. *Si des points d'une courbe* $U_{m'}$ *on abaisse des perpendiculaire sur leurs axes harmoniques :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m'm$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $m'(2m-1)$.

» 15. *La tangente en chaque point d'une courbe* $U_{m'}$ *rencontre l'axe harmonique du point sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)+n'$.

» 16. *La normale en chaque point d'une courbe* $U_{m'}$ *rencontre l'axe harmonique du point sur une courbe de l'ordre* $m'm+n'$.

» 17. *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène des droites aux points où l'axe harmonique de ce point, relatif à* U_m, *coupe* $U_{m'}$: *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm'(m'-1)$.

» 18. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre cette courbe en* m' *points :*

» 1° *Les axes harmoniques de ces points rencontrent celui du point* a *sur une courbe de l'ordre* $mm'[m'(m-1)-1]$;

» 2° *Les droites menées du point* a *à ces points enveloppent une courbe de la classe* $m'^2(m^2-m+1)-m'm$.

» 19 *Si par chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène deux droites rectangulaires* aA, aA' *dont une* aA, *considérée comme axe harmonique de* U_m, *ait un pôle sur l'autre* aA' :

» 1° *La droite* aA *enveloppe une courbe de la classe* $(m-1)[m'(m-1)+1]$;

» 2° *La droite* aA' *enveloppe une courbe de la classe* $m'(m^2-1)$.

» 20. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre les axes harmoniques qui, passant par ce point* a, *ont leurs pôles sur* $U_{m'}$, *en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre* $m'm[m'(m-1)-1]$.

CHAPITRE II. — PROPRIÉTÉS CONCERNANT LES TANGENTES ET LES NORMALES D'UNE COURBE $U_{m'}$, CONSIDÉRÉES COMME AXES HARMONIQUES DE U_m.

» 21. *Le lieu des pôles des tangentes d'une courbe* $U_{m'}$ *est une courbe d'ordre* $n'(m-1)$.

» 22. *Les droites menées de chaque point de* $U_{m'}$ *aux pôles de la tangente en ce point enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[n'+m'(m-1)]$.

» 23. *Si par les pôles des tangentes d'une courbe* $U_{m'}$, *considérées comme axes harmoniques de* U_m, *on mène des parallèles à ces tangentes, ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $n'm(m-1)$.

» 24. *Si des pôles des tangentes de* $U_{m'}$ *on abaisse des perpendiculaires sur ces tangentes :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $n'm(m-1)$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $n'(m-1)(2m-1)$.

» 25. *Le lieu des pôles des normales d'une courbe* $U_{m'}$ *est une courbe de l'ordre* $(m'+n')(m-1)$.

» 26. *Les parallèles aux normales de* $U_{m'}$, *menées par leurs pôles, enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(m'+n'm)$.

» 27. *Les droites menées des points d'une courbe* $U_{m'}$ *aux pôles des normales en ces points enveloppent une courbe de la classe* $(m'm+n')(m-1)$.

» 28. *On mène les normales d'une courbe* $U_{m'}$, *et de leurs pôles on abaisse des perpendiculaires sur ces normales :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(m'+n'm)(m-1)$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $(m-1)[mm'+n'(2m-1)]$.

» 29. *Il existe sur une courbe* $U_{m'}$ $m(m-1)(m'+n')$ *points tels, que la normale en chacun de ces points considérée comme axe harmonique de* U_m, *a l'un de ses pôles sur la tangente.*

» 30. *Il existe sur* $U_{m'}$ $(m-1)[m'(m-1)+n'm]$ *points pour lesquels la tangente a un de ses pôles sur la normale.*

CHAPITRE III. — PROPRIÉTÉS CONCERNANT LES AXES HARMONIQUES DE U_m QUI ONT LEURS PÔLES SUR LES TANGENTES OU LES NORMALES D'UNE COURBE $U_{m'}$.

» 31. *Sur les tangentes d'une courbe* $U_{m'}$ *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à ces tangentes :*

» 1° *Ces produits sont sur une courbe de l'ordre* $n'm$;

» 2° *Ces axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $n'm(m-1)$.

» 32. *Sur les tangentes d'une courbe* $U_{m'}$ *on prend les points dont les axes harmoniques sont perpendiculaires à ces tangentes :*

» 1° *Le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* $n'm$;

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $n'm(m-1)$;

» 3° *Les pieds de ces axes harmoniques sur les tangentes auxquelles ils sont perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $n'(m^2-1)$.

» 33. *Sur les normales d'une courbe* $U_{m'}$ *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à ces normales :*

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)+n'm$;

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m'(m-1)+n'm]$.

» 34. *Sur les normales d'une courbe* $U_{m'}$ *on prend les points dont les axes harmoniques sont perpendiculaires aux normales :*

» 1° *Le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* $m'(m-1)+n'm$;

» 2° *La courbe enveloppe des axes harmoniques est de la classe* $(m-1)[m'(m-1)+n'm]$;

» 3° *Les pieds de ces axes harmoniques sur les normales sont sur une courbe de l'ordre* $(m-1)[n'(n+1)+m'n]$.

» 35. *Par les pôles de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène des parallèles à l'axe harmonique de ce point* a : *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[n'+m'(m-1)^2]$.

» 36. *Par les pôles de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène des perpendiculaires à l'axe harmonique de ce point* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[n'+m'(m-1)^2]$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $(m-1)[n'+2m'(m-1)^2]$.

COROLLAIRES.

» On peut supposer, dans les théorèmes précédents, que la courbe $U_{m'}$ soit une ligne droite ou un point : dans le premier cas on fera $m'=1$, $n'=0$, et, dans le deuxième cas, $m'=0$, $n'=1$.

» Voici quelques propositions que l'on obtient ainsi, concernant un point.

» 37. I. *Si par les pôles des axes harmoniques de* U_m, *qui passent par un même point, on leur mène des parallèles, ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $m(m-1)$.

» II. *Lorsque des axes harmoniques passent par un même point :*

» 1° *Les perpendiculaires à ces axes, abaissées de leurs pôles, enveloppent une courbe de la classe* $m(m-1)$;

» 2° *Les pieds de ces perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $(m-1)(2m-1)$.

» III. *Il passe par un point quelconque* O, $m(m-1)$ *axes harmoniques d'une courbe* U_m, *dont les pôles sont sur les perpendiculaires à ces axes menées par le point* O.

» IV. *Si sur des droites passant par un point* O, *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à ces droites :*

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* m ;

» 2° *Leurs axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $m(m-1)$.

» V. *Si sur des droites menées par un point* O *on prend les points dont les axes harmoniques sont perpendiculaires à ces droites :*

» 1° *Le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* m;

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $m(m-1)$;

» 3° *Leurs pieds sur les droites auxquelles ils sont perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* m^2-1.

CHAPITRE IV. — OÙ L'ON CONSIDÈRE LA COURBE $U_{m'}$, QUI DONNE LIEU A DES AXES HARMONIQUE DE U_m, ET UNE AUTRE COURBE $U_{m''}$.

» 38. *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène les tangentes d'une courbe* $U_{m''}$; *ces tangentes rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $mm'n''$.

» 39. *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène des droites aux points où l'axe harmonique du point* a *coupe une courbe* $U_{m''}$; *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm'm''$.

» 40. *De chaque point d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène les tangentes d'une courbe* $U_{m''}$, *et des droites aux pôles de ces tangentes relatifs à* U_m : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm'n''(m-1)$.

» 41 *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes d'une courbe* $U_{m''}$, *et aux points de contact de ces tangentes on mène les normales : ces normales rencontrent l'axe harmonique du point* a *en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre* $m'(mn''+m'')$.

» 42. *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène les normales d'une courbe* $U_{m''}$: *ces normales rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $mm'(m''+n'')$.

» 43. *La tangente en chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *rencontre une courbe* $U_{m''}$ *en* m'' *points: les tangentes en ces points rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $m'm''(m-1)+n'n''$.

» 44. *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *on mène les tangentes d'une courbe* $U_{m''}$, *et des pôles de la tangente de* $U_{m'}$ *en* a, *on abaisse des perpendiculaires sur les tangentes de* $U_{m'}$:

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $n''(m-1)[m'(m-1)+n']$;

» 2° *Leurs pieds sur les tangentes de* $U_{m''}$ *sont sur une courbe de l'ordre* $n''(m-1)[n'+2m'(m-1)]$.

CHAP. V. — OÙ L'ON CONSIDÈRE LES AXES HARMONIQUES D'UN MÊME POINT RELATIFS A DEUX COURBES U_m, U_{m_1}.

» 45. *Les axes harmoniques de chaque point d'une courbe* $U_{m'}$, *relatifs à deux courbes* U_m, U_{m_1}, *se coupent sur une courbe de l'ordre* $m'(m+m_1-2)$.

» 46. *La droite menée de chaque point d'une courbe* $U_{m'}$ *au point de concours des axes harmoniques de ce point enveloppe une courbe de la classe* $m'(m+m_1-1)$.

» 47. *Les axes harmoniques de chaque point d'une courbe* $U_{m'}$ *touchent leurs courbes enveloppes en deux points : la droite qui joint ces points enveloppe une courbe de la classe* $2n'+2m'(m+m_1-4)$.

» 48. *Le lieu d'un point dont les axes harmoniques relatifs à deux courbes* U_m, U_{m_1} *se coupent sur une courbe* $U_{m'}$ *est une courbe de l'ordre* $m'(m+m_1-2)$.

» 49. *Deux courbes* U_m, U_{m_1} *admettent* $(m+m_1-2)^2-(m-1)(m_1-1)$ *points dont chacun a le même axe harmonique dans les deux courbes.*

» 50. *Les droites menées de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *à chacun des points dont les axes harmoniques relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1} *passent par le point* a, *enveloppent une courbe de la classe* $m'(mm_1-1)$.

» 51. *La droite qui joint le point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *au point de concours des axes harmoniques de ce point relatifs à* U_m *et* U_{m_1} *rencontre la droite qui joint les points de contact des axes harmoniques et de leurs courbes enveloppes respectives, sur une courbe de la classe* $2n'+m'(3m+3m_1-5)$.

» 52. *On prend les axes harmoniques de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1} ; *par le point de contact du premier avec sa courbe enveloppe, on mène une parallèle au second : ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $n'+m'(2m+m_1-5)$.

» 53. *On prend les axes harmoniques de chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$, *relatifs à deux courbes* U_m, U_{m_1} ; *du point de contact du premier avec sa courbe enveloppe on mène une parallèle au second, et du point de contact de celui-ci avec sa courbe enveloppe, on mène une parallèle au premier : ces deux parallèles se coupent sur une courbe de l'ordre* $2n'+2m'(m+m_1-5)$.

» 54. *On prend les axes harmoniques de chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$, *relatifs à deux courbes* U_m, U_{m_1} ; *et du point de contact du premier avec sa courbe enveloppe on abaisse une perpendiculaire sur le second :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$n' + m'(2m + m_1 - 5);$$

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $n' + 2m'(m + m_1 - 3)$.

» 55. *De chaque point* a *de la courbe* $U_{m'}$ *on mène une perpendiculaire à la droite qui joint les points de contact des axes harmoniques de ce point* a *avec leurs courbes enveloppes :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$2n' + m'(2m + 2m_1 - 7);$$

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $4n' + m'(4m + 4m_1 - 15)$.

» 56. *Les normales aux points où les axes harmoniques de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *touchent leurs courbes enveloppes se coupent sur une courbe de l'ordre* $2n' + m'(3m + 3m_1 - 10)$.

CHAP. VI. — AXES HARMONIQUES RELATIFS RESPECTIVEMENT A TROIS COURBES U_m, U_{m1}, U_{m2}.

» 57. *Étant données trois courbes* U_m, U_{m1}, U_{m2}, *le lieu d'un point dont les axes harmoniques relatifs à ces trois courbes passent par un même point est une courbe de l'ordre* $(m + m_1 + m_2 - 3)$.

» 58. *Le lieu d'un point par lequel passent les axes harmoniques d'un même point relatifs à trois courbes* U_m, U_{m1}, U_{m2}, *est une courbe de l'ordre* $mm_1 + mm_2 + m_1m_2 - 2(m + m_1 + m_2) + 3$.

» 59. *Si les axes harmoniques d'un point* a *relatifs à trois courbes* U_m, U_{m1}, U_{m2} *passent par un même point* α, *la droite* aα *enveloppe une courbe de la classe* $mm_1 + mm_2 + m_1m_2 - m - m_1 - m_2$.

» 60. *Si les axes harmoniques d'un point, relatifs à trois courbes* U_m, U_{m1}, U_{m2} *passent par un même point, ces axes harmoniques enveloppent trois courbes de classes respectives,* $(m + m_1 + m_2 - 3)(m - 1)$, $(m + m_1 + m_2 - 3)(m_1 - 1)$ *et* $(m + m_1 + m_2 - 3)(m_2 - 1)$. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie du mouvement non permanent des eaux, avec application aux crues des rivières et à l'introduction des marées dans leur lit* [2e Note (1)]; *par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« 7. *Intégration des équations* (19), (20) *du mouvement non permanent, pour un canal rectangulaire de pente uniforme.* — Soit I cette pente qui, avant la crue ou la marée, était à la fois celle de la surface de l'eau et celle du

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 17 juillet 1871, t. LXXIII, p. 147.

fond, on a

$$\frac{d(\zeta+y)}{ds}=\text{I},$$

et les équations (19), (20) sont

(21) $$g\frac{dy}{ds}+\frac{d\text{U}}{dt}+\frac{\text{U}\,d\text{U}}{ds}=0,\quad \frac{dy}{dt}+\frac{d(\text{U}y)}{ds}=0.$$

» On peut éliminer $\frac{dy}{dt}$ entre elles si la vitesse U est partout fonction de la profondeur y seule, car elles deviennent

(22) $$\frac{dy}{ds}\left(g+\frac{\text{U}\,d\text{U}}{dy}\right)+\frac{d\text{U}}{dy}\frac{dy}{dt}-g\left(\text{I}-\frac{\chi}{\omega}\text{F}\right)=0,\quad \frac{dy}{dt}+\frac{d(\text{U}y)}{dy}\frac{dy}{ds}=0;$$

d'où, par cette élimination,

(23) $$\frac{dy}{ds}\left[g-y\left(\frac{d\text{U}}{dy}\right)^2\right]-g\left(\text{I}-\frac{\chi}{\omega}\text{F}\right)=0.$$

» Le second terme se compose de deux parties de signe contraire, que nous avons abstraites l'une et l'autre dans les solutions données, aux numéros précédents, des problèmes de la marée et de la crue. Ce terme est nul ou il oscille autour de zéro si le frottement est moyennement compensé par l'accélération due à la pente, comme dans le mouvement uniforme. En l'effaçant, l'équation (23) donne

$$\frac{d\text{U}}{dy}=\sqrt{g}\,.\,y^{-\frac{1}{2}};$$

d'où $\text{U}=2\sqrt{gy}+\text{const.}$, ou, en appelant h une valeur de y pour laquelle U serait nulle,

(24) $$\text{U}=2\sqrt{gy}-2\sqrt{gh}.$$

» Il en résulte

(25) $$\frac{d(\text{U}y)}{dy}=\text{U}+\sqrt{gy}=3\sqrt{gy}-2\sqrt{gh}.$$

Et la seconde (22) devient

$$\frac{dy}{dt}+(3\sqrt{gy}-2\sqrt{gh})\frac{dy}{ds}=0,$$

dont l'intégrale est, Ψ désignant une fonction arbitraire et s une coordonnée mesurée parallèlement à la pente du fond,

(26) $$s=(3\sqrt{gy}-2\sqrt{gh})t+\Psi(y).$$

» Ces expressions (24) et (26) sont les mêmes que celles trouvées d'une autre manière ci-dessus (13) et (16). Cela justifie, s'il en était besoin, la

supposition alors faite d'une propagation, par couches successives horizontales ou parallèles à la pente supposée faible, des soulèvements et des affaissements produits par ces mouvements moléculaires normaux ou presque normaux à la surface du fluide, qui constituent la différence entre les cas de permanence et de non-permanence dans l'écoulement des eaux à ciel ouvert.

» 8. *Comparaison à des expériences.* — Celles de M. Bazin lui ont fourni, pour la célérité de propagation, dans une eau stagnante, d'intumescences continues d'une hauteur ε comparable avec la profondeur h de cette eau,

$$(27) \qquad k' = \sqrt{gh\left(1 + \frac{3}{2}\frac{\varepsilon}{h}\right)};$$

car il a donné, comme représentant les mesurages, une expression telle que $k' = \sqrt{g(h+\varepsilon')}$, ε' étant la hauteur de la tête saillante de l'intumescence, hauteur qu'il trouvait égale, moyennement, à une fois et demie la hauteur constante ε de ce qui vient à la suite. Et, dans une Note du 18 juillet 1870 (t. LXXI, p. 190), je suis arrivé, par un raisonnement élémentaire, à cette autre expression qui en diffère peu :

$$(28) \qquad k'' = \sqrt{gh\left(1 + \frac{3}{2}\frac{\varepsilon}{h} + \frac{\varepsilon^2}{2h^2}\right)}.$$

» Pour les comparer avec ce qui résulterait de la formule nouvelle (12) $k = 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}$, relative à une intumescence infiniment petite surmontant celles dont l'accumulation a engendré une vitesse $U = 2\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}$, il faut remarquer que la célérité (27) k', mesurée pour une intumescence d'une certaine hauteur, rapidement formée par la superposition d'une infinité d'autres, devait être la moyenne de toutes celles-ci. En l'appelant k_m et en faisant $y - h = \varepsilon$, on a

$$(29) \qquad k_m = \frac{1}{y-h}\int_h^y \left(3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}\right) dy = \sqrt{gh}\,\frac{2\left(1+\frac{\varepsilon}{h}\right)}{1+\sqrt{1+\frac{\varepsilon}{h}}}.$$

» Si l'on compare cette expression à celles (27), (28), on a

Pour $\frac{\varepsilon}{h}$ = très-petit,	$\frac{k'}{k_m} = 1$,	$\frac{k''}{k_m} = 1$,
$= \frac{1}{3}$,	$= 0,9896$,	$= 1,0078$,
$= \frac{2}{3}$,	$= 0,9704$,	$= 1,0246$,
$= 1$;	$= 0,9543$;	$= 1,0454$.

» L'accord est très-satisfaisant jusqu'à $\frac{\varepsilon}{h} = \frac{2}{3}$, c'est-à-dire $\frac{\varepsilon'}{h} = 1$, ou jusqu'à une tête d'intumescence aussi élevée au-dessus de la surface de l'eau que celle-ci l'est au-dessus du fond.

» 9. *Limite de l'application des formules précédentes. Déferlement et mascaret.* — L'équation (26)

$$s = (3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh})\,t + \Psi(y), \tag{29}$$

qui nous a été fournie par l'intégration de celle (22) du mouvement non permanent, en supposant la vitesse U fonction de la profondeur y seule, fournirait la forme de la surface de l'eau dans un canal horizontal, pour une époque t quelconque, connaissant sa forme

$$x = \Psi(y),$$

à une époque antérieure $t = 0$. Elle montre que sa surface se propage en se déformant comme si chacune de ses couches horizontales, élevée de y au-dessus du fond, marchait avec une vitesse $3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh}$.

» Toutefois cette équation cesse évidemment de s'appliquer si, t augmentant, on arrive à pouvoir en tirer deux valeurs de l'ordonnée y pour une même valeur de l'abscisse x. C'est qu'il y a, dès lors, un déferlement ou un *mascaret*, qui vient de ce que les couches supérieures, comme a très-bien dit M. Partiot, ont gagné de vitesse et dépassé les couches inférieures.

» Dans une autre Communication, j'essayerai de tenir compte de l'influence des frottements du fluide. »

ASTRONOMIE. — *Observation du bolide du 15 juillet faite près de La Guerche (Cher) par* M. Habert, *instituteur, et communiquée par* M. Faucheux. Note de **M. Le Verrier**.

« Je passe, dit M. Faucheux, dix-huit bolides observés ces jours-ci par les trois observateurs de la station, pour arriver au bolide du 15, dont il a été parlé à l'Académie.

» M. Habert est le seul qui l'ait observé, se trouvant en un point du département situé par 70 minutes de longitude est et $52^{\text{grades}}\,18'$ de latitude.

» Le bolide a disparu à $11^h 5^m$, heure du chemin de fer de La Guerche; et M. Habert estime, d'après les battements de son pouls, que la durée de l'apparition avait été de trois secondes.

» Le point de départ est à la moitié de la ligne $\varepsilon\zeta$ du Cygne, soit $\mathcal{R} = 313°$, $\mathcal{D} = 58°$.

» De là, le bolide est descendu vers α Pégase, sans l'atteindre. Arrivé à la moitié de la ligne $\pi\varkappa$ de Pégase, soit $\mathcal{R} = 328°30'$, $\mathcal{D} = 61°30'$, il a pris la forme d'un globe dont les

dimensions allaient en croissant, puis il a diminué un peu de volume et a éclaté en fusant et en illuminant toute la contrée. Le bolide, qui était alors d'un rouge vif, avait commencé par la couleur blanche. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un bolide observé en Italie dans la nuit du 17 au 18 mars 1871, et sur une aurore boréale signalée à Moncalieri par le* P. Denza, *dans la nuit du 14 au 15 juillet.* Note de **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Dans la séance du 19 juin, j'ai communiqué à l'Académie l'annonce d'un bolide très-remarquable, observé à Tours, par M. Briffault, dans la nuit du 17 au 18 mars dernier.

» Le P. Denza, directeur de l'observatoire de Moncalieri, m'écrit qu'il a reçu d'un grand nombre de points de l'Italie le récit d'une apparition, dans la même nuit, tout à fait analogue à celle de Tours. Malheureusement, ces diverses relations ne présentent aucun des caractères de précision qui pourraient servir à établir exactement la trajectoire du bolide. D'après M. Briffault, sa direction ne faisait qu'un angle de 3 degrés avec le méridien (le sens n'est pas indiqué). D'après le P. Denza, on pourrait inférer que cette direction observée en Italie était approximativement d'ouest-nord-ouest à est-sud-est. A Tours, le bolide aurait apparu à $11^h 45^m$ environ; dans le nord de l'Italie, environ 20 minutes après minuit : ce qui donnerait une différence de 3 à 4 minutes (1), dépendant sans doute du peu de précision apportée par les observateurs. Les circonstances physiques sont les mêmes de part et d'autre : grand éclat, diamètre apparent comparé à celui de la lune; surtout très-longue durée de l'apparition, évaluée, par M. Briffault, à 55 secondes, en Italie, de 1 à 2 minutes (cette dernière évaluation manifestement exagérée). De part et d'autre, aussi, persistance extrême de la traînée lumineuse qui a suivi le passage du bolide.

» Le P. Denza ajoute, dans sa Lettre :

« Dans ces derniers mois, nous avons eu en Italie un grand nombre de bolides, et nous faisons des observations continuelles sur les météores cosmiques.

» Dans la nuit du 14 au 15 juillet, nous avons vu une nouvelle aurore boréale de 2 à 3 heures du matin. Une forte perturbation magnétique a accompagné cette apparition. »

---

(1) En tenant compte approximativement des différences de longitude. On ne peut rien dire de plus précis; car, de part et d'autre, l'heure n'est donnée qu'à peu près, et même, dans la relation du P. Denza, elle semble être la moyenne d'évaluations provenant de localités qui peuvent différer entre elles de plusieurs minutes en temps. Il serait manifestement inutile d'établir des calculs sur des données aussi imparfaites.

ASTRONOMIE. — *Sur les relations qui existent, dans le Soleil, entre les facules, les protubérances et la couronne.* Deuxième Lettre à M. le Secrétaire perpétuel, par le **P. Secchi.**

« Rome, ce 17 juillet 1871.

« Dans ma Communication précédente (*Comptes rendus*, 26 juin 1871, t. LXXII, p. 829), j'ai annoncé que les protubérances solaires se trouvent distribuées suivant une certaine loi sur le périmètre du disque, et qu'en chaque hémisphère il y a deux zones où leur nombre est un maximum. Les maxima principaux tombent dans la région des taches et des facules, et les maxima secondaires tombent près des pôles, à une distance de 25 degrés environ, dans la région même où la couronne visible dans les éclipses présente une élévation notable, et où se termine la granulation de la surface solaire.

» Cette conclusion mérite d'être confirmée par une longue suite d'observations, pour voir si elle n'est pas due au hasard. En attendant que l'on puisse, avec le temps, multiplier les observations, je viens présenter à l'Académie les résultats numériques obtenus pendant la durée de trois rotations synodiques du Soleil, du 23 avril au 25 juillet courant : ces observations ont été faites tous les jours, à l'exception de quatre, pendant lesquels elles ont été rendues impossibles par l'état de l'atmosphère.

» Dans cet intervalle, j'ai enregistré et figuré 1122 protubérances : leur distribution confirme complétement les résultats que j'ai exposés dans ma Lettre précédente, comme on le voit immédiatement en jetant un coup d'œil sur le tableau A.

Tableau A. — *Résumé des nombres de protubérances observées, de* 10 *en* 10 *degrés de latitude héliocentrique.*

	Hémisphère nord.									*Hémisphère sud.*									
	de 90 à 80°	de 80 à 70°	de 70 à 60°	de 60 à 50°	de 50 à 40°	de 40 à 30°	de 30 à 20°	de 20 à 10°	de 10 à 0°	de 0 à 10°	de 10 à 20°	de 20 à 30°	de 30 à 40°	de 40 à 50°	de 50 à 60°	de 60 à 70°	de 70 à 80°	de 80 à 90°	
1re rot.	3	4	5	11	6	12	17	10	9	17	19	15	13	11	5	8	11	4	Bord or.
	7	8	6	11	7	8	14	11	8	19	17	13	10	11	2	9	9	8	Bord occ.
2e rot.	2	18	11	4	7	13	14	14	13	13	19	12	13	14	5	16	7	1	Bord or.
	4	14	7	7	7	15	13	12	13	15	16	18	8	11	4	8	11	8	Bord occ.
3e rot.	6	13	11	5	10	14	12	13	13	14	16	12	13	10	3	9	16	5	Bord or.
	10	10	2	3	11	12	15	11	16	10	14	14	13	9	9	6	19	7	Bord occ.
	32	67	42	41	48	74	85	71	72	88	101	85	70	66	28	36	63	33	
	m	M_2		*m*			M_1		*m*		M_1				*m*		M_2	*m*	

Total pour l'hémisphère nord : 532.

Total pour l'hémisphère sud : 590.

Total pour les deux hémisphères : 1122.

» Ce tableau ne contient que l'énumération des protubérances vues sur la périphérie solaire, distribuées de 10 en 10 degrés de latitude; mais je dois entrer dans quelques détails sur la méthode adoptée pour cette énu-

mération. Les protubérances n'ont pas de dimensions fixes : il en est qui occupent 1 degré en latitude; il en est d'autres qui s'étendent à des espaces énormes, comme celle qui a été visible le 13 juillet et qui occupait au bord sud-ouest une étendue de 37 degrés en latitude, au moins 60 en longitude. Ces amas sont rares, mais il est ordinaire d'en trouver dont l'étendue est de 10 à 15 degrés. Celles-ci ont été considérées comme une seule protubérance, lorsqu'elles étaient toutes unies et liées ensemble par des arcs lumineux. A la rigueur, on aurait pu les séparer en plusieurs, car il est visible que ces masses sont formées par des groupes de filets très-minces, qui sortent verticalement de la chromosphère, et qui, arrivés à une certaine élévation qui n'excède pas une minute, se trouvent repliés et courbés l'un sur l'autre, comme si la matière était entraînée par des courants violents, formant ainsi des arcades qui relient les jets et se croisent ensuite en tous sens, jusqu'à se confondre au sommet, dans des figures très-capricieuses.

» La structure filamenteuse de ces colonnes est toujours clairement visible quand l'atmosphère est tranquille : elle s'étend normalement au Soleil jusqu'à une élévation de 40 à 60 secondes, et c'est à cette élévation seulement que la flexion commence. Une protubérance occupant 10 à 15 degrés est toujours composée de quatre à cinq de ces jets principaux, outre une foule d'autres plus petits. Ce sont les intervalles entre ces colonnes qui paraissent des trous obscurs produits par le renversement de la raie C. Mais nous avons trouvé que, même en décomposant ces protubérances en leurs éléments, on ne change pas considérablement leur nombre relatif. Le tableau B a été dressé en bornant l'espace de chaque protubérance à 10 degrés seulement, et l'on voit que les maxima et les minima subsistent de même; seulement, le nombre absolu est un peu changé, comme on devait s'y attendre.

Tableau B. — *Résumé des nombres de protubérances observées, disposées selon leur étendue, ne dépassant pas* 10 *degrés de latitude.*

	Hémisphère nord.									*Hémisphère sud.*									
	de 90 à 80°	de 80 à 70°	de 70 à 60°	de 60 à 50°	de 50 à 40°	de 40 à 30°	de 30 à 20°	de 20 à 10°	de 10 à 0°	de 0 à 10°	de 10 à 20°	de 20 à 30°	de 30 à 40°	de 40 à 50°	de 50 à 60°	de 60 à 70°	de 70 à 80°	de 80 à 90°	
1re rot.	3	4	3	13	5	15	19	10	10	19	19	14	12	12	3	9	11	4	Bord or.
	9	8	7	9	8	6	13	12	9	16	16	13	10	10	6	7	10	8	Bord occ.
2e rot.	2	18	12	4	7	15	15	17	13	16	18	9	15	13	6	16	8	1	Bord or.
	3	15	7	8	8	17	12	12	13	15	15	17	11	9	3	10	12	7	Bord occ.
3e rot.	8	14	11	5	11	12	14	13	14	15	16	15	16	11	4	8	17	6	Bord or.
	11	10	1	4	11	19	15	11	16	11	14	16	13	10	8	5	20	8	Bord occ.
	36	69	41	43	50	85	88	85	75	92	98	84	77	65	30	55	78	34	
	m	M_2	*m*				M_1		*m*		M_2				*m*		M_2	*m*	

Total pour l'hémisphère nord : 572.

Total pour l'hémisphère sud : 613.

Total pour les deux hémisphères : 1185.

» La variabilité que je viens de signaler dans l'étendue des protubérances se retrouve aussi dans leur élévation. On trouve souvent, surtout au voisinage des grandes taches, des régions où les jets sont très-courts, mais très-vifs, et extrêmement mobiles, changeant de forme d'une minute à l'autre; ces jets ressemblent à des flammes vives, et, outre l'hydrogène, contiennent bien d'autres substances : il faut bien en tenir compte, malgré leur petitesse relative, parce que ces jets paraissent suivis de grandes expansions d'hydrogène. Mais il est difficile de fixer une limite absolue pour séparer les protubérances d'une chromosphère seulement plus élevée, de celle qui paraît comme garnie de poils (qui sont autant de petits jets) et des nuages (qui sont des protubérances rudimentaires).

» J'ai adopté comme limite, pour inscrire une protubérance, la hauteur de 25 à 30 secondes. La véritable manière d'évaluer la grandeur des protubérances serait de calculer leur section visible sur le bord (je ne dis pas leur volume, qui est très-difficile à définir, à cause de la rotation qui les transporte) : c'est ce que j'ai intention de faire; mais, dans ce travail préliminaire, il était impossible d'entrer dans ces détails, car on ne savait même pas si l'on trouverait une régularité quelconque.

» J'ai encore calculé un troisième tableau C, qui donne la hauteur moyenne des protubérances à différentes latitudes; mais leur extrême variabilité ne permet pas d'en tirer des conclusions aussi nettes que pour la distribution. Il semble cependant que les zones des maxima présentent aussi une hauteur plus considérable.

Tableau C. — *Élévation moyenne des protubérances.*

	Hémisphère nord.									*Hémisphère sud.*									
	de 90 à 80°	de 80 à 70°	de 70 à 60°	de 60 à 50°	de 50 à 40°	de 40 à 30°	de 30 à 20°	de 20 à 10°	de 10 à 0°	de 0 à 10°	de 10 à 20°	de 20 à 30°	de 30 à 40°	de 40 à 50°	de 50 à 60°	de 60 à 70°	de 70 à 80°	de 80 à 90°	
1re rot.	5,7	4,2	4,2	4,9	5,0	4,0	7,1	7,1	7,9	5,8	6,4	7,0	6,5	5,5	4,0	4,4	7,4	4,2	Bord or.
	8,0	7,0	5,0	6,5	6,3	5,8	5,6	4,4	4,9	6,4	7,0	8,3	5,5	5,5	4,5	5,8	7,8	5,8	Bord occ.
2e rot.	6,5	8,1	11,4	10,5	5,3	8,7	5,8	7,4	7,4	7,9	7,7	8,3	8,4	6,5	5,8	7,3	6,7	8,0	Bord or.
	5,7	7,6	7,7	8,1	7,1	7,9	7,4	7,3	7,0	7,3	7,0	6,4	8,5	5,7	6,8	7,6	7,9	5,8	Bord occ.
3e rot.	6,1	6,3	6,0	8,4	6,2	6,6	7,7	6,6	6,9	7,2	7,3	8,1	7,3	6,3	5,0	6,4	7,1	6,8	Bord or.
	7,4	7,7	6,0	7,0	10,0	8,3	7,9	6,7	7,1	7,4	5,9	9,4	9,2	8,4	6,6	7,1	6,4	4,7	Bord occ.
Moy.	6,6	6,8	6,6	7,4	6,5	5,4	6,9	6,6	6,8	7,0	6,9	7,9	7,7	6,3	5,4	6,4	7,2	5,5	

L'unité de mesure est 1 millimètre, dans la figure qui équivaut en arc à 8''.

» Il reste encore à calculer la longueur relative et l'intensité des protubérances, aussi bien que leur nombre journalier, pour le mettre en relation avec les taches; ce sera l'objet d'une autre Communication. Aujourd'hui, je me bornerai aux résultats numériques qui précèdent; mais je profiterai de la bienveillance de l'Académie pour lui soumettre quelques

réflexions générales, qui m'ont été suggérées par une étude si soutenue et prolongée de ces phénomènes.

» On a remarqué autrefois qu'il y a deux espèces de protubérances : les unes, formées de jets; les autres, de nuages. Mais la constitution des jets est elle-même de deux espèces.

» Les uns sont ces jets courts, très-vifs et très-tranchés, dont j'ai parlé, plus brillants que la chromosphère elle-même, ou au moins égaux à la chromosphère en vivacité; ils arrivent rarement à une grande élévation, et ne sont pas couronnés de nuages. On les voit s'activer et s'éteindre dans un temps très-court; avec l'hydrogène, ils contiennent d'autres substances.

» Les autres sont constitués par ces masses à structure filamenteuse très-déliée dont j'ai parlé plus haut; ils ont une stabilité plus grande que les précédents, s'élèvent plus haut et sont couronnés au sommet par des nuages. L'aspect de ces masses rappelle plutôt ces masses de cirrus légers, transportées par des vents violents dans un milieu gazeux, comme on en observe même dans notre atmosphère, qu'ils ne ressemblent à une véritable éruption. Dans des observations faites avec M. Tacchini, de Palerme, nous avons constaté que la structure filamenteuse se trouve aussi dans les hautes régions, sans toucher à la chromosphère. La comparaison que je viens de faire entre les cirrus filamenteux de notre atmosphère et ces protubérances me paraît digne de l'attention des observateurs.

» L'observation de ces détails n'est pas facile : elle exige une atmosphère tranquille, et toute agitation nuit beaucoup à la délimitation de leurs formes; il faut aussi une certaine attention, et leur aspect change dans le champ du même instrument. Enfin, une modification dans l'instrument, et plus encore le passage d'un instrument à un autre, produit des variations très-considérables dans les formes. Je l'ai constaté en donnant au spectroscope la disposition proposée par M. Christiansen : la forme de la grande protubérance du 18 juillet s'est tellement modifiée qu'elle était à peine reconnaissable.

» Avec ces différences dues aux instruments et aux circonstances atmosphériques, on peut se demander quelle est la véritable forme de ces objets? La réponse n'est pas facile. Les observations optiques directes, et les photographies obtenues pendant les éclipses nous ont toujours présenté des masses constantes et nuageuses, sauf la finesse des détails que le spectroscope y a découverts. Cela paraît tenir à ce qu'il y a toujours dans leur

contour une masse mal définie, et comme nuageuse, qui masque la distribution des courants intérieurs. Le spectroscope permettrait d'en éliminer l'effet, et cette idée est appuyée par ce fait que, dans l'image jaune de la raie D_3, on voit bien souvent les filets brillants plus nets et plus tranchés que dans l'image rouge. Il semble donc que les conditions instrumentales seraient encore à étudier, pour en apprécier convenablement l'influence.

» L'étude des protubérances nous a dévoilé des courants très-violents, qui dominent au-dessus de la chromosphère. J'ai fait une attention particulière à la direction de la courbure des jets les plus élevés, et j'ai trouvé que, en général, de l'équateur aux latitudes moyennes, la direction dominante est tournée vers les pôles; ce qui n'empêche pas que, dans les groupes plus bas et plus compliqués, on trouve des directions souvent opposées, dues, sans doute, au tourbillonnement de la matière soulevée; mais la direction dominante est celle que je viens d'indiquer. Pour l'établir plus définitivement, il faudra d'autres observations. Aux pôles, les protubérances ont encore la structure filamenteuse, mais les filets sont plus clairsemés, et l'intensité lumineuse est en général beaucoup plus faible.

» On peut se demander si toutes les masses d'hydrogène que nous voyons se soulever de la chromosphère sont de véritables éruptions de l'intérieur du Soleil, ou si ce sont simplement des soulèvements dans la chromosphère elle-même. La question n'est pas indifférente pour la constitution solaire : si les jets sont tous de véritables éruptions, comme elles sont très-nombreuses sur la surface de l'astre, il en résulte d'abord que son intérieur tendrait à se modifier d'une manière permanente, par l'émission de l'hydrogène; on peut bien dire que ces jets sont au nombre de plusieurs millions sur sa surface. Une autre conséquence qui découlerait de la même hypothèse, c'est que l'enveloppe d'hydrogène serait sujette à une augmentation indéfinie. Les deux choses me paraissent peu probables, et il me semble que ces apparences, à l'exception des jets de la première classe, doivent être regardées comme dues simplement à des agitations de la chromosphère.

» La cause de ces énormes bouleversements rapides paraît devoir résider à une certaine profondeur dans la photosphère; car, dans les grandes masses des jets, comme dans ceux du 13 juillet, on voit d'autres substances que l'hydrogène : ici, le fer et le sodium étaient renversés. Pour le moment, on ne peut pas fixer de limite tranchée entre les deux classes de jets; il faut attendre que de nouvelles observations viennent nous instruire. »

M. Delaunay fait hommage à l'Académie d'un nouveau volume des « Annales de l'Observatoire de Paris, publiées par le directeur de l'Observatoire ». Ce volume est le *tome XXIII, Observations,* 1867.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le prix Bordin en 1871 (question relative à la comparaison des productions organiques des pointes australes des trois continents de l'Afrique, de l'Amérique méridionale et de l'Australie, ainsi que des terres intermédiaires).

MM. Milne Edwards, Brongniart, Élie de Beaumont, de Quatrefages, Decaisne réunissent la majorité des suffrage. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard, Boussingault.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude sur les acides crénique et apocrénique des eaux minérales de Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure); par* **M. C. Boutigny**.

(Commissaires : MM. Becquerel, Daubrée.)

« Les eaux minérales de Forges, dont la réputation thérapeutique est séculaire, contiennent du protocrénate de fer, en quantités variables suivant les sources (Reinette, Royale et Cardinale).

» Le protocrénate de fer est soluble et donne avec l'eau une solution limpide et stypique, présentant aux réactifs chimiques toutes les colorations d'un protosel ferrugineux. Il est très-avide d'oxygène et ne tarde pas à se peroxyder au contact de l'air, en prenant la teinte ocreuse des persels ferriques. A cet état, il est insoluble et forme dans l'eau un dépôt floconneux et abondant; aussi, les réservoirs de l'établissement thermal de Forges sont-ils rapidement encombrés par cette substance. L'échantillon que j'adresse à l'Académie est composé exclusivement de ce dépôt; c'est une combinaison d'acides crénique et apocrénique avec l'hydrate de sesquioxyde de fer; c'est la seule forme de crénate de fer connue du vulgaire, la seule qui soit visible et palpable, puisque le protocrénate est soluble et ne peut être étudié que dans l'eau même des sources.

» L'avidité du protocrénate de fer pour l'oxygène est extrême. Malgré toutes les précautions prises, je n'ai jamais pu obtenir de protocrénate de fer à l'état sec : toujours il passait à l'état de persel. L'évaporation dans le vide ou dans un courant d'azote ne m'a constamment donné que des résul-

tats négatifs. L'essai de la concentration du froid, au moyen d'appareils convenables, m'a seul donné un résultat heureux, et encore relativement, puisque dans cette opération le protocrénate n'était pas obtenu à l'état sec; l'eau restant liquide, non-congelée ($\frac{1}{20}$ environ), qui le contenait presque en totalité, était encore limpide et incolore au sortir de l'éprouvette; mais à l'air libre et même à cette basse température, elle prenait rapidement une teinte rouillée et jaunâtre. L'eau des sources récemment recueillie m'a donc seule donné les réactions caractéristiques des sels de fer au minimum d'oxydation, c'est-à-dire bleu foncé par le cyanoferride de potassium, et absence de coloration par le sulfocyanure.

» Les acides crénique et apocrénique qu'on peut considérer comme un seul et même corps organique, puisqu'ils sont toujours à côté l'un de l'autre, que leurs éléments constituants sont identiques, et que c'est uniquement dans l'arrangement moléculaire que porte la différence, ont pour formule chimique, le premier ($C^{24}H^{12}O^{16}$), et le second ($C^{48}H^{12}O^{24}$). L'acide apocrénique est donc un acide crénique en partie moins oxygéné; M. Mulder, à qui nous devons de longs et savants travaux sur les composés ulmiques, considère même comme identiques tous les acides provenant de la décomposition ligneuse; quelques anciens auteurs désignent indistinctement ces derniers sous le nom d'*acides noirs* de la terre.

» Il a été dit plusieurs fois que les eaux de Forges ne contenaient que du protocarbonate de fer, comme celles de Spa par exemple, et que les matières organiques végétales ne constituaient pas avec l'oxyde de fer une combinaison définie, qu'elles étaient simplement dissoutes et mêlées à l'eau. L'analyse chimique prouve aisément le contraire.

» Voici le procédé le plus simple et le plus prompt pour isoler l'acide crénique. On recueille une quantité suffisante de percrénate de fer hydraté tel que l'eau des sources l'abandonne, et on le fait bouillir pendant une demi-heure, avec dix fois son poids d'eau et un dixième de potasse caustique, c'est-à-dire

Potasse caustique..............	1 partie.
Crénate de fer................	10 »
Eau........................	100 »

» Il se forme un crénate de potasse soluble, et le sesquioxyde de fer est mis à nu. La solution froide est filtrée et saturée par l'acide chlorhydrique. Au bout d'un temps très-court, on voit les acides crénique et apocrénique se disposer par flocons abondants, d'un gris sale. On les recueille sur un filtre, on les lave à l'eau distillée et on les met sécher à l'étuve; ils constituent une substance amorphe, d'un brun pâle, très-avide d'humidité, possé-

dant une réaction acide marquée et suffisante pour dissoudre, même à froid, du protocarbonate de fer récemment précipité.

» On peut donc reformer ainsi du protocrénate de fer tel que les sources le contiennent, tel que la nature le livre. Après l'analyse, la synthèse. N'est-ce pas une preuve bien évidente que ces acides végétaux saturent l'oxyde de fer dans les eaux minérales de Forges, et forment nettement une combinaison définie?

» Ces acides crénique et apocrénique prennent naissance dans le sol avoisinant l'établissement des eaux minérales, sous les prairies marécageuses qui forment la source de la rivière d'Audelle; ils proviennent de la décomposition des matières organiques, ligneuses et herbacées, enfouies depuis plusieurs milliers d'années, de ces fougères géantes, de ces prêles et de toutes ces végétations aquatiques des premiers âges, dont les détritus se sont accumulés et stratifiés dans ce bassin. C'est la théorie des tourbières anciennes et profondes. Dans cette région de la source de l'Audelle, existent de larges filons de pyrite martiale (FeS^2). Ces filons se trouvent immédiatement au-dessous du terreau tourbeux, donnant naissance aux acides crénique et apocrénique. Les eaux pluviales lessivent ce terrain, dissolvent les acides organiques, et, pénétrant dans la masse ferrugineuse inférieure, entraînent des traces d'oxyde de fer; le protocrénate de fer se forme alors, entre en dissolution complète, et fait partie de cette eau courante souterraine qui vient sourdre aux fontaines de l'établissement thermal.

» Les acides crénique et apocrénique ont été découverts par Berzélius dans les eaux de Porla, en Suède. Forges est, en France, le pays le plus favorisé pour la possession de ce produit naturel. Sans aucun doute, le protocrénate de fer offre à la thérapeutique le sel ferrugineux le plus complet, le plus satisfaisant et le plus assimilable; il n'a aucun des inconvénients tant reprochés aux sels minéraux, comme en contiennent les eaux de Spa et de Bussang. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'acide nitreux dans les limons et les eaux d'irrigation.* Note de **M. Chabrier** (1).

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Après avoir soumis les différents sols à un examen dont j'ai exposé précédemment les résultats; j'ai été conduit à rechercher l'acide nitreux dans les limons des canaux d'irrigation, et dans leurs eaux.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

» Ce sont les résultats de ces dosages que je présente aujourd'hui à l'Académie.

Limons provenant du curage des canaux d'irrigation.

PROVENANCE DES LIMONS.	ACIDE nitreux.	HUMIDITÉ.	ACIDE NITRIQUE.	
N° 1. Limon *argileux* d'un canal de Saint-Chamas, pris le 5 février 1870, après un essorage de huit mois.	0,73	33600,00	Total par distillation............	280,60
			Transformation de l'acide nitreux.	1,33
			Préexistant.........	279,27
N° 1 *bis*. Limon *sablonneux*, pris sur les berges du même canal, le 10 février 1870 (non séché).	0,68	44400,00	Total par distillation............	70,17
			Transformation de l'acide nitreux.	0,97
			Préexistant.........	69,20
N° 1 *ter*. Même matière, prise au même endroit et à la même époque, séchée à 80 degrés.	0,00	220,00	Total par distillation............	68,13
N° 1 *quater*. Même matière, séchée à l'air sur une grande surface et par un temps sec.	0,00	660,00	Total par distillation............	69,00
N° 2. Limon extrait en 1869 du canal de Boisgelin, près de son embouchure, pris le 5 février 1870.	0,88	1450,00	Total par distillation............	140,00
			Transformation de l'acide nitreux.	1,25
			Préexistant.........	138,80
N° 3. Limon extrait depuis plusieurs années du canal de Miramas, déviation du canal de Boisgelin.	10,108	45100,00	Total par distillation............	147,25
			Transformation de l'acide nitreux.	16,38
			Préexistant.........	130,87

» On a vu que, dans les terres proprement dites, la teneur en acide nitreux dépend de celle des liquides, pluies ou irrigations qui les humectent habituellement; leur teneur en acide nitrique restant d'ailleurs subordonnée à des circonstances variables et complexes, aux influences de la culture particulièrement.

» Il n'en est pas de même des limons déposés par les canaux d'irrigation. L'eau courante est un agent répartiteur, bien autrement actif que l'humidité du sol. Les limons déposés aux mêmes époques, et dans un même canal, ont la même dose d'acide nitreux, dose qui peut différer d'un canal à un autre. Tous les canaux d'une même région imprégnent au contraire les matières qu'elles entraînent et déposent, sous forme de limons, d'une quantité à peu près uniforme d'acide nitrique.

» On peut constater, par exemple, que les limons n° 2 et n° 3, provenant de divers canaux inégalement riches en acide nitreux, contiennent, à poids égal des quantités peu différentes d'acide nitrique : 138^{mg},80 et 130^{mg},87 par kilogramme.

» Les échantillons n° 1 et n° 1 *bis* exigent un examen particulier. Extraits du même canal, imprégnés par les mêmes eaux, ils contiennent des quantités à peu près égales d'acide nitreux : ce résultat était à prévoir; mais l'égalité cesse lorsqu'on vient à comparer leurs doses d'acide nitrique.

» Tandis que le limon *argileux* abandonné à l'air pendant huit mois contient 279 milligrammes d'acide nitrique par kilogramme, le limon *sablonneux*, extrait d'une autre branche du même canal, déposé pendant le même temps sur les berges, ne contient que 69^{mg},20 d'acide nitrique par kilogramme : exemple remarquable de l'aptitude que possède l'argile à favoriser l'accumulation des produits nitreux dans les terres qui la renferment (1).

» Cependant si l'on tient compte de la lévigation à laquelle le limon du premier canal a été soumis, lévigation qui porte d'un côté les parties argileuses, avec la plus grande partie de l'acide nitrique, en laissant de l'autre les parties sabloneuses, on trouve que la teneur moyenne de ce limon en acide nitrique n'eût probablement pas beaucoup différé des précédentes sans le dédoublement qu'il a subi.

» La matière de l'échantillon n° 1 *bis* a donné lieu à une observation que je consignerai ici comme appartenant à l'histoire de l'acide nitreux dans le sol arable. En renouvelant mes expériences sur un échantillon en tout semblable au précédent échantillon, 1 *ter*, j'avais fait sécher la matière à l'étuve à 80 degrés, et l'humidité avait été réduite à 0^{gr},22 pour un kilogramme, au lieu de 30 ou 40 grammes que je conservais d'ordinaire. Or j'y ai retrouvé une quantité d'acide nitrique à peu près égale à celle de l'échantillon n° 1 *bis*, 68^{mg},13 et *point d'acide nitreux*.

» Afin de m'assurer si ce résultat négatif était la conséquence de la diminution de la quantité d'eau restée dans la terre, et non celle de la température à laquelle la dessiccation s'était accomplie, je fis un troisième essai, n° 1 *quater*, du même limon sablonneux, préalablement desséché à l'air, par un temps très-sec, la matière étant étalée sur une grance surface et dans un

---

(1) Je citerai, à ce sujet, les résultats obtenus en dosant les acides de l'azote dans le kaolin :

Kaolin acheté dans le commerce.	Acide nitreux.	Acide nitrique.	
1 kilogramme..............	34,973	Total par distillation............	570,58
		Transformation de l'acide nitreux.	49,697
		Préexistant..........	521,46

grand état de division. Le résultat a été sensiblement le même que dans l'expérience précédente : l'humidité étant réduite à $0^{gr},66$ par 1 kilogramme, j'ai trouvé 69 milligrammes d'acide nitrique et *pas trace d'acide nitreux.*

» Ces dernières observations tendent à confirmer le fait que les nitrites au contact de la terre ne subsistent qu'à la faveur d'un grand excès d'eau.

Eaux des canaux d'irrigation (1).

PROVENANCE DES EAUX.	ACIDE nitreux.	ACIDE NITRIQUE.	
N° 1. Canal des usines de la poudrerie de Saint-Chamas, eau puisée en mai 1869.	0,247	Total par distillation	0,354
		Transformation de l'acide nitreux	0,351
		Différence	0,003
N° 1 *bis*. Même eau, puisée le 22 janvier 1870.	0,329	Total par distillation	0,470
		Transformation de l'acide nitreux	0,468
		Différence	0,002
N° 2. Autre canal de la poudrerie, eau puisée le 22 janvier 1870.	0,274	Total par distillation	2,312
		Transformation de l'acide nitreux	0,389
		Existant avant la distillation.	1,923
N° 3. Eau de la Touloutre, puisée le 12 mars 1869 pendant le chômage.	0,238	Total par distillation	0,342
		Transformation de l'acide nitreux	0,337
		Différence	0,005
N° 4. Eau du canal de Boisgelin, puisée le 10 juillet 1869.	0,250	Le dosage de l'acide nitrique n'a pas été exécuté sur cet échantillon.	
N° 4 *bis*. Eau du même canal, puisée le 4 mars 1870.	0,952	Total obtenu par distillation	3,840
		Transformation de l'acide nitreux	1,353
		Préexistant	2,487
N° 5. Surverse des canaux de Miramas (provenant du canal de Boisgelin), 2 mars 1870.	0,965	Total obtenu par distillation	5,394
		Transformation de l'acide nitreux	1,371
		Préexistant	4,023
N° 6. Eau du canal de Boisgelin, 2 mai 1870.	0,161	Total obtenu par distillation	1,000
		Transformation de l'acide nitreux	0,229
		Préexistant	0,771

(1) Les dosages ont été faits sur 1 litre d'eau.

» On peut classer les eaux d'irrigation d'abord au point de vue des époques où elles ont été puisées, ensuite au point de vue de la nature et de l'étendue des terrains qu'elles ont parcourus avant d'arriver à l'endroit où on les a prises.

» L'examen des modifications que subissent les eaux des canaux, suivant les époques où elles sont puisées, donne lieu à une observation importante. *Les eaux puisées pendant les mois d'hiver et au commencement du printemps contiennent toujours de l'acide nitreux. Leurs teneurs en acide nitrique sont, au contraire, à peu près nulles pendant la même saison*, on pourrait même dire tout à fait nulles, si ce n'était les emprunts qu'elles font nécessairement aux terrains qu'elles parcourent. On peut, à raison de ces dernières influences, et afin d'être plus exact, restreindre cette règle aux termes suivants : *Pendant la saison d'hiver et au commencement du printemps, les eaux des canaux contiennent leurs doses maximums d'acide nitreux et leurs doses minimums d'acide nitrique.*

» Dès la fin du printemps et pendant l'été, la teneur des eaux d'irrigation en acide nitreux s'abaisse sensiblement, tandis que leur teneur en acide nitrique paraît s'élever; mais les expériences rapportées dans le dernier tableau ne permettent pas de conclure d'une manière précise sur ce dernier fait.

» La prédominance presque exclusive de l'acide nitreux dans les eaux du printemps est bien attestée, il est vrai, par les résultats consignés dans ce tableau. Ces résultats sont même très-nets pour les essais n° **1**, n° **1** *bis* et n° **3**, mais dans les essais n° **2**, n° **4** *bis* et n° **5** la netteté des résultats s'efface. Il s'agit alors du canal le plus important de la contrée, par l'étendue de son parcours agricole : l'influence de la longueur du trajet, ainsi que celle du terroir, se font sentir. Non-seulement les doses d'acide nitreux augmentent d'une manière exceptionnelle, mais encore la proportion d'acide nitrique s'accroît notablement, et l'on ne peut plus qu'indiquer les sources probables de ces produits, sans pouvoir déterminer ce qui est dû à l'une et ce qui vient de l'autre.

» Il est évident que les eaux d'irrigation, le long de leurs rives, enlèvent des nitrites et des nitrates aux terrains qu'elles parcourent, pénètrent et abandonnent, et qu'elles les transmettent aux terres les moins riches, en même temps qu'elles en imprègnent les limons qu'elles déposent.

» Il résulte de là qu'au terme de leur cours, les eaux d'irrigation ont subi deux influences successives. L'une, en quelque sorte originelle, qui fait dépendre uniquement leurs teneurs primitives, en acide nitreux et

nitrique, de la saison où elle ont été puisées. L'autre, accidentelle et locale, qui tend à subordonner leur richesse en produits nitreux à l'efficacité du travail répartiteur, par suite duquel les eaux empruntent aux terres les plus riches pour donner à celles qui le sont moins.

» D'après cela, la confusion qu'introduisent, dans l'examen des résultats, ces transports de produits nitreux accomplis par les eaux, dans leur parcours à travers les terres, doit disparaître, lorsqu'au lieu de prendre l'eau lorsqu'elle est restée en contact plus ou moins prolongé avec le sol, on la prend à son origine, c'est-à-dire à l'état de pluie. Or c'est ce que l'expérience a pleinement démontré, comme je l'exposerai dans une Communication spéciale, relative aux eaux de pluie. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'action intime des substances qui aident à la décomposition du chlorate de potasse, pour en dégager l'oxygène; par* **M. E. Baudrimont.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« *Conclusions.* — Je crois avoir établi par ces recherches :

» 1° Que le chlorate de potasse est un composé évidemment endothermique;

» 2° Que sa décomposition en chlorure de potassium et en oxygène, par certains oxydes, (CuO, MnO^2, etc.), est due à un simple effet de contact;

» 3° Que le phénomène d'incandescence, qui résulte de la décomposition de ce sel par les matières en présence, est dû à la brusque expulsion de son calorique de formation;

» 4° Que le chlorate de potasse en présence de l'oxyde de cuivre ou du bioxyde de manganèse, possède la propriété de se liquéfier au-dessous de la température de son point de fusion. »

M. Guyot adresse une Note portant pour titre : « De la transformation du feu fénian en feu liquide ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. A. Lecomte soumet au jugement de l'Académie des considérations théoriques sur les phosphures d'hydrogène.

Ces considérations sont particulièrement relatives : 1° à la formation simultanée du phosphure gazeux et du phosphure liquide, dans l'action de la potasse sur le phosphore en présence de l'eau; 2° à l'action de l'air sur le mélange formé par le phosphure gazeux et les vapeurs de phosphure liquide.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

M. **Brachet** adresse deux nouvelles Notes concernant l'application de la lumière électrique à l'éclairage.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Fizeau, Jamin.)

MM. **Desnos et Huchard** adressent, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un travail imprimé sur les complications cardiaques dans la variole et notamment sur la myocardite varioleuse : ils joignent à cet ouvrage une indication manuscrite des points sur lesquels ils désirent attirer plus spécialement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Mirault** adresse, pour le même concours, un Mémoire sur la résection sous-périostée du vomer.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Fonssagrives** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un certain nombre de volumes dont l'ensemble lui paraît constituer une « Encyclopédie d'Hygiène de la famille ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Husnot** adresse, pour le concours du prix Desmazières, une série de travaux sur diverses questions de botanique cryptogamique, avec une indication des principales parties de ces travaux.

(Renvoi à la Commission.)

M[lles] **Garcin** et M. **Adam** adressent, pour le concours des Arts insalubres, la description d'un moteur automatique, spécialement destiné aux machines à coudre, et déjà exécuté pour cet usage.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. **Zaliwski** adresse, pour le concours du prix Gegner, un travail portant pour titre « Étude des actions naturelles de l'électricité ».

(Renvoi à la Commission du prix Gegner.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une lettre écrite par le Comité chargé d'organiser en 1871 le « Congrès international des Sciences

géographiques, cosmographiques et commerciales d'Anvers ». Le Comité, en adressant à l'Académie le programme du Congrès qui doit avoir lieu du 14 au 22 août prochain, exprime le vœu qu'elle veuille bien déléguer quelques-uns de ses Membres pour y assister, et l'espoir que cette réunion pourra avoir une influence sur le progrès des sciences et sur le développement des relations commerciales.

Cette pièce sera transmise spécialement à la Section de Géographie et de Navigation.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, une somme provenant de prix non décernés et comprise dans son budget, pour le payement d'impressions exécutées en 1870.

M. Martin de Brettes prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Piobert*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

HYDRODINAMIQUE. — *Théorie générale des mouvements qui sont propagés dans un canal rectangulaire horizontal.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Cet article est la généralisation de celui que j'ai présenté le 19 juin 1871 (*Comptes rendus*, t. LXXII, p. 755), sur l'onde solitaire. J'admettrai encore : 1° que les mouvements soient pareils sur toute la largeur du canal, ce qui permet de considérer seulement ceux qui ont lieu dans le plan vertical des xy, pris suivant sa longueur, et dont l'intersection avec le fond est choisie pour axe des x; 2° que, des deux composantes u, v de la vitesse en tout point (x, y), la première u soit peu variable avec y, c'est-à-dire du fond à la surface (mais je ne supposerai plus que u dépende seulement de y et d'une autre variable $x - \omega t$, linéaire en x et t); 3° que les frottements soient négligeables et par suite que u, v soient les deux dérivées en x et y d'une fonction φ. J'appellerai : H la profondeur constante du liquide en repos; y_1 ou $H + h$, fonction de x et t, l'ordonnée de la surface libre, ordonnée égale à H pour $x = \infty$; u_1, v_1 les valeurs de u, v aux points de cette surface; enfin u_0 la vitesse au fond, valeur de u pour $y = 0$.

» Les deux formules qui serviront à déterminer v et u par approxima-

tions successives seront

$$v = -\int_0^y \frac{du}{dx}\,dy, \quad u = u_0 + \int_0^y \frac{dv}{dx}\,dy.$$

En portant dans la première de ces formules la première valeur approchée de $u\,(u = u_0)$, on obtiendra une première approximation de v, laquelle, au moyen de la seconde formule, en fournira uue deuxième de u, et ainsi de suite. On trouve ainsi pour φ, dont u, v sont les dérivés en x, y et que je conviens de choisir nulle quand $x = \infty$,

$$(1) \quad \varphi = -\int_x^\infty u_0\,dx - \frac{1}{1.2}\frac{du_0}{dx}y^2 + \frac{1}{1.2.3.4}\frac{d^3u_0}{dx^3}y^4 - \frac{1}{1.2\ldots5.6}\frac{d^5u_0}{dx^5}y^6 + \ldots$$

Les mouvements étant supposés continus, les mêmes molécules restent constamment à la surface libre, et l'accroissement $v_1\,dt$, pendant un instant dt, de l'ordonnée d'une de ces molécules, vaut celui que reçoit y ou $H + h$ lorsqu'on y fait croître t de dt et x de $u_1\,dt$. Comme d'ailleurs la formule (1) de l'article sur l'onde solitaire (*Comptes rendus*, t. LXXII, p. 756) subsiste toujours, on aura

$$(2) \quad v_1 = \frac{dh}{dt} + u_1\frac{dh}{dx}, \quad gh + \frac{d\varphi}{dt} + \frac{1}{2}(u_1^2 + v_1^2) = 0 \text{ (à la surface libre).}$$

» En substituant à u_1, v_1, φ leurs valeurs tirées de (1), ces relations (2) deviendront deux équations aux dérivées partielles en u_0 et h, qu'elles serviront à déterminer. Je supposerai les quantités u_0, h très-petites, et leurs dérivées successives en x de plus en plus insensibles. A une première approximation, on pourra ne conserver dans la première (2) que les termes comparables à la dérivée première de u_0 en x, et dans la seconde (2) que les termes comparables à u_0 : si les mouvements se propagent dans le sens des x positifs, on trouvera aisément les résultats connus de Lagrange :

$$h = f(x - t\sqrt{gH}), \quad u_0 = \text{le rapport de } h\sqrt{g} \text{ à } \sqrt{H}.$$

» A une seconde approximation, on devra, dans chacune des relations (2), garder le premier des termes de u_1, v_1, φ qui était d'abord négligé; mais on pourra donner à u_0 et h, dans tous les termes très-petits par rapport à d'autres, les valeurs obtenues précédemment; de plus, dans la seconde (2), v_1^2, qui n'est que de l'ordre du carré de la dérivée première de u_0 en x, sera négligeable devant u_1^2. Il viendra ainsi :

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dh}{dt} + H\frac{du_0}{dx} + \sqrt{\frac{g}{H}}\frac{d}{dx}\left(h^2 - \frac{H^3}{6}\frac{d^2h}{dx^2}\right) = 0, \\ &gh = \int_x^\infty \frac{du_0}{dt}\,dx - \frac{g}{2}\left(\frac{h^2}{H} + H^2\frac{d^2h}{dx^2}\right), \end{aligned} \right.$$

et par suite, en observant que la parenthèse de la première (3) peut être supposée dépendre seulement de $x - t\sqrt{g\mathrm{H}}$,

$$(4) \qquad \frac{d^2h}{dt^2} = g\mathrm{H}\frac{d^2h}{dx^2} + g\mathrm{H}\frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{3h^2}{2\mathrm{H}} + \frac{\mathrm{H}^2}{3}\frac{d^2h}{dx^2}\right).$$

» Concevons, à un moment donné quelconque, une série de plans normaux aux x et distants les uns des autres de quantités infiniment petites ε, à partir d'un premier plan ayant une abscisse plus grande que celle de tous les autres; plan situé à la tête de l'intumescence, là où h commence à n'être plus nul; et supposons que, ce premier plan se mouvant de manière à se trouver sans cesse à la tête de l'onde, tous les autres le suivent en comprenant deux à deux entre eux des parties constantes $h\varepsilon$, du volume de l'intumescence, positives ou négatives comme h: nous appellerons ω, fonction de x et t, la vitesse de propagation de ces plans, et dh, $d\varepsilon$ les variations de h, ε en suivant ces plans pendant un instant dt; $d\varepsilon$ sera le produit de εdt par la dérivée première de ω en x; dh sera la somme, multipliée par dt, de la dérivée partielle de h en t et du produit de ω par la dérivée de h en x. La condition $d(h\varepsilon) = 0$, donnera successivement les relations

$$(5) \qquad \frac{dh}{dt} + \frac{d.h\omega}{dx} = 0, \quad \frac{d.h\omega}{dt} + g\mathrm{H}\frac{dh}{dx} + g\mathrm{H}\frac{d}{dx}\left(\frac{3h^2}{2\mathrm{H}} + \frac{\mathrm{H}^2}{3}\frac{d^2h}{dx^2}\right) = 0,$$

dont la seconde s'obtient en substituant dans (4), à la dérivée première de h en t, sa valeur tirée de la première (5), et intégrant par rapport à x avec la condition que h et ses dérivées soient nulles pour $x = \infty$.

» La parenthèse de la seconde (5) pouvant être supposée une simple fonction de $x - t\sqrt{g\mathrm{H}}$, on déduit des deux équations (5), pour remplacer la seconde, celle-ci :

$$(6) \qquad \frac{d\psi}{dt} - \sqrt{g\mathrm{H}}\frac{d\psi}{dx} = 0 \quad \text{où} \quad \psi = h\left(\frac{\omega}{\sqrt{g\mathrm{H}}} - 1 - \frac{3h}{4\mathrm{H}} - \frac{\mathrm{H}^2}{6h}\frac{d^2h}{dx^2}\right),$$

dont l'intégrale est $\psi =$ une fonct. χ de $x + t\sqrt{g\mathrm{H}}$. Admettons que, pour $t = 0$, l'onde ne s'étende qu'entre les abscisses $x = -\infty$ et $x = 0$; on aura $\chi(x) = 0$ pour $x > 0$, et $\chi(x + t\sqrt{g\mathrm{H}})$, ou ψ, $= 0$ pour $x > -t\sqrt{g\mathrm{H}}$. Comme l'onde marche vers les x positifs, toutes ses parties qui ne sont pas très-éloignées de sa tête auront bientôt des $x > -t\sqrt{g\mathrm{H}}$, et l'on pourra faire $\psi = 0$. Les équations du problème seront alors, ω_0 désignant une constante quelconque voisine de $\sqrt{g\mathrm{H}}$,

$$(7) \qquad \frac{\omega}{\sqrt{g\mathrm{H}}} = 1 + \frac{3h}{4\mathrm{H}} + \frac{\mathrm{H}^2}{6h}\frac{d^2h}{dx^2}, \quad h = f(x - \omega_0 t) - t\frac{d.h(\omega - \omega_0)}{dx}.$$

» Appelons : Q, par unité de largeur, le volume total et constant $\Sigma h\varepsilon$, positif ou négatif, de l'intumescence comprise depuis la tête de l'onde où $h = 0$, jusqu'à un plan $x = x_0$, situé assez en arrière pour que la surface libre y soit sensiblement horizontale; Ω la vitesse de propagation du centre de gravité de cette intumescence, vitesse dont le produit par Q vaut évidemment $\Sigma\omega(h\varepsilon)$; $H + \eta$ l'ordonnée de ce centre, ordonnée telle que $2\eta Q = \Sigma h(h\varepsilon)$. La première (7), multipliée par $h\varepsilon$ ou par hdx, et intégrée de $x = x_0$ à $x = \infty$, donnera la formule très-générale $\Omega^2 = g(H + 3\eta)$, qui comprend celles de MM. Scott Russell et Bazin.

» Dans le cas d'une onde positive, la première (7) permet de démontrer que la forme permanente étudiée dans l'article sur l'onde solitaire et correspondant à $\omega = \omega_0 =$ const., est stable, c'est-à-dire tend à se rétablir si une cause perturbatrice, à un moment donné et immédiatement en avant d'un plan quelconque $x = x_1$, normal aux x, vient à l'altérer en faisant varier chaque ordonnée h d'une quantité δh. En effet, pour $x = x_1$, on aura δh nul ainsi que sa dérivée première en x (sans quoi la surface libre serait anguleuse); d'où il suit que pour $x = x_1 +$ une petite quantité positive x', δh sera comparable, en grandeur et en signe, au produit de x'^2 par la dérivée seconde de δh en x; la variation que recevra ω de $x = x_0$ à $x_0 + x'$ aura donc, d'après (7), le signe de δh, et la condition $d(h\varepsilon) = 0$, établie plus haut, fera dh de signe contraire à δh, c'est-à-dire que l'onde tout en cheminant, tendra vers sa première forme. Généralement, lorsqu'une onde a pris une forme un peu stable, toutes ses parties se meuvent à peu près également vite, et ω varie peu avec x. Alors, s'il y a des dépressions (parties où $h < 0$), la condition $\omega =$ const., exige, d'après (7), qu'elles soient partout concaves, comme à leurs points les plus bas, et immédiatement suivies (leur concavité ne leur permettant pas de se raccorder avec la surface horizontale du liquide situé à leur arrière) de parties surélevées (où $h > 0$), tout entières convexes (sans quoi ω n'y serait pas $< \sqrt{gH}$), et suivies elles-mêmes, à cause de la même impossibilité de raccordement, d'autres dépressions. C'est ce qui arrive lorsqu'on produit une simple onde négative. Sa tête et sa queue étant animées de vitesses plus grandes que les parties où la dépression est maximum, la première s'allonge sans cesse, et la seconde se raccourcit jusqu'à ce qu'elle soit entièrement concave et suivie par conséquent d'une infinité d'autres ondes de grandeurs décroissantes, positives et négatives. Si, au contraire, on produit une intumescence continue et positive de hauteur constante, sa crête antérieure étant forcément convexe, se propagera, d'après (7), moins vite

que la couche plane qui suit : l'eau s'y accumulera donc jusqu'à ce que sa convexité soit compensée par un excès de hauteur; et comme cette onde initiale ne pourra se raccorder, à son arrière, avec la couche plane, sans y devenir concave et acquérir une vitesse supérieure à celle de cette couche, elle sera suivie alternativement de concavités situées au-dessous de la surface libre de la même couche et de convexités situées au-dessus, qui seront les unes et les autres, de grandeurs décroissantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des composés organiques qui dérivent de l'acide azotique; par* **M. Berthelot.**

« La force explosive des composés nitrocarbonés résulte d'une sorte de combustion interne, analogue à celle de la poudre-coton, dont elle se distingue cependant parce que les éléments de l'acide azotique et ceux du principe combustible sont intimement unis, au lieu d'être simplement mélangés comme dans la poudre ordinaire. Cette force est d'autant plus grande que ladite combustion développe plus de gaz et plus de chaleur. Or la chaleur dégagée par la combustion sera d'autant plus considérable, toutes choses égales d'ailleurs, que l'union préalable de l'acide azotique avec le principe organique aura dégagé elle-même moins de chaleur, c'est-à-dire que l'énergie du système formé par l'acide comburant et le principe combustible aura été moins diminuée dans l'acte de la combinaison.

» J'ai mesuré la chaleur dégagée dans la formation des dérivés azotiques les plus importants, tels que : éther azotique, nitroglycérine, nitromannite, poudre-coton, amidon azotique, benzines nitrée, binitrée, chloronitrée, acide nitrobenzoïque, etc.

» I. *Éther azotique.* — La formation de ce composé, d'après l'équation suivante :

$$C^4H^6O^2 + AzO^6H = C^4H^4(AzO^6H) + H^2O^2;$$

étant rapportée aux corps mêmes inscrits dans cette équation et à la température ordinaire, dégage 5800 calories pour 91 grammes d'éther.

» J'ai effectué la réaction directement dans un calorimètre, au moyen de l'alcool absolu et de l'acide pesant 1,50; le rendement est à peu près théorique. L'expérience, je le répète, peut être exécutée directement; mais elle est fort délicate. Je décris dans mon Mémoire les précautions à l'aide desquelles on peut la faire réussir, en évitant toute oxydation violente et perturbatrice. Je dirai seulement que l'acide était placé dans un petit cylindre de platine, flottant au centre d'un calorimètre de platine qui renfermait

500 grammes d'eau. Ce dernier était protégé par plusieurs enceintes superposées, dont la plus extérieure remplie d'eau à une température constante.

» Dans le calcul des expériences, on a dû tenir compte de l'hydratation préalable de l'acide employé ($AzO^6H, \frac{2}{3}HO$); de la dissolution dans la liqueur acide de l'eau formée par la réaction; enfin de la dissolution de l'éther azotique. Chacune de ces quantités a été mesurée directement et j'ai tracé par degrés très-resserrés la courbe des chaleurs d'hydratation de l'acide azotique mis en œuvre; cette courbe concorde en général avec les résultats de MM. Hess et Thomsen.

» J'ai aussi tracé par expérience les courbes analogues pour les mélanges de l'acide azotique avec l'acide sulfurique; ainsi que pour l'hydratation de l'acide nitrosulfurique de mes expériences : courbes nécessaires pour calculer les effets complexes qui résultent de la soustraction d'une partie de l'acide azotique, absorbé par la formation des corps nitrés, et de la production simultanée de l'eau. Enfin tous les résultats ont dû être rapportés à l'acide monohydraté et pur, AzO^6H.

» Ainsi la formation de l'éther azotique, au moyen de l'alcool et de l'acide azotique, dégage 5800 calories, ou 6000 en nombre rond. On déduit de là que la formation du même éther, par ses éléments,

$$C^4 + H^5 + Az + O^6 = C^4H^4(AzO^6H)$$

dégage 65 500; sa combustion par un excès d'oxygène : 295 000.

» II. *Nitroglycérine.* — J'ai préparé la nitroglycérine dans mon calorimètre, au moyen de l'acide nitrosulfurique et dans des conditions analogues à celles décrites récemment par M. Champion, conditions dans lesquelles le rendement s'élève aux $\frac{4}{5}$ de la valeur théorique, les oxydations secondaires étant évitées. Tous calculs faits, j'ai trouvé que la réaction normale

$$C^6H^8O^6 + 3AzO^6H = C^6H^2(AzO^6H)^3 + 3H^2O^2$$

dégage 13 000, soit 4300 par équivalent d'acide entré en combinaison. Ce chiffre, plus faible que celui de l'éther azotique, montre que l'acide et la glycérine ont conservé presque toute leur énergie réciproque dans la combinaison; ce qui explique la décomposition si facile de la nitroglycérine et les effets redoutables de cette décomposition.

» III. *Nitromannite.* — J'ai préparé ce corps avec l'acide nitrosulfurique. La réaction est lente et se prolonge pendant assez longtemps. En admettant

une réaction totale, les nombres que j'ai observés conduisent à 21 200 calories pour la réaction

$$C^{12}H^{14}O^{12} + 6\,AzO^{6}H = C^{12}H^{2}(AzO^{6}H)^{6} + 6H^{2}O^{2},$$

soit 3500 calories par équivalent d'acide azotique fixé.

» IV. *Poudre-coton.* — J'ai préparé ce corps avec l'acide nitrosulfurique. La réaction se prolongeant, j'ai arrêté chaque fois l'expérience au bout de vingt minutes et pesé la poudre-coton, ce qui faisait connaître l'acide fixé. Il s'est élevé chaque fois à $4\frac{1}{2}$ équivalents. La chaleur dégagée est de 11000 calories par équivalent d'acide fixé, soit pour la réaction normale :

$$C^{24}H^{20}O^{20} + 5\,AzO^{6}H = C^{24}H^{10}O^{10}(AzO^{6}H)^{5} + 5H^{2}O^{2},$$

55000 calories. Ces chiffres l'emportent sur ceux de la nitroglycérine, ce qui explique la stabilité relative plus grande de la poudre-coton. La chaleur dégagée dans la décomposition explosive de la nitroglycérine serait double environ de celle de la poudre-coton, à poids égal et calculée d'après les hypothèses les plus probables.

» V. *Amidon azotique* (*xyloïdine*). — J'ai préparé ce corps avec l'acide azotique pesant 1,50. La réaction

$$C^{12}H^{10}O^{10} + AzO^{6}H = C^{12}H^{8}O^{8}(AzO^{6}H) + H^{2}O^{2}$$

dégage 12000 calories, l'amidon azotique étant isolé sous forme solide. C'est à peu près la même valeur que pour la poudre-coton, pour un même poids d'acide fixé.

» VI. *Nitrobenzine.* — J'ai préparé ce corps avec l'acide azotique pesant 1,50. La nitrobenzine formée avait pour densité 1,194; ce qui indique une pureté presque complète, car M. Kopp a donné 1,187. La réaction normale

$$C^{12}H^{6} + AzO^{6}H = C^{12}H^{5}AzO^{4} + H^{2}O^{2}$$

dégage 36200 calories.

» VII. *Binitrobenzine.* — Préparée avec la nitrobenzine et l'acide nitrosulfurique. La réaction normale

$$C^{12}H^{5}AzO^{4} + AzO^{6}H = C^{12}H^{4}(AzO^{4})^{2} + H^{2}O^{2}$$

dégage 36060, la binitrobenzine étant solide. On voit que la chaleur dégagée est proportionnelle au nombre d'équivalents d'acide fixés. En outre, cette quantité est beaucoup plus grande pour les benzines et autres corps nitrés, que pour l'éther azotique, la nitroglycérine, la poudre-coton, etc.

» On comprend dès lors pourquoi l'énergie explosive des derniers composés est plus grande et leur stabilité moindre; enfin, pourquoi ils se comportent comme des éthers, décomposables par la potasse avec reproduction d'alcool et d'acide. La potasse, dont l'union avec l'acide azotique ne dégage que 14000 calories environ, ne peut fournir, par une réaction simple, l'énergie nécessaire pour reconstituer l'acide et la benzine, dont l'union sous forme de nitrobenzine en a dégagé 36000 calories; mais cette énergie existe au contraire pour l'éther azotique et la nitroglycérine, qui réclament seulement 4 à 6000 calories pour la régénération de chaque équivalent d'acide.

» Le chiffre 36000, relatif à la nitrobenzine, mérite encore d'être remarqué sous un autre point de vue. En effet, c'est à peu près la quantité de chaleur dégagée dans la réaction de l'hydrogène sur l'acide azotique, l'eau et l'acide azoteux étant liquides :

$$H^2 + AzO^6H = H^2O^2 + AzO^4H.$$

» Cette remarque montre que la formation de la nitrobenzine et des corps analogues doit être assimilée à une oxydation; tandis que la formation de l'éther azotique et de la nitroglycérine représente une simple substitution des éléments de l'acide aux éléments de l'eau.

» VIII. *Benzine chloronitrée*, $C^{12}H^5Cl + AzO^6H = C^{12}H^4Cl(AzO^4) + H^2O^2$. — Cette réaction dégage 36,00. On sait qu'elle donne lieu à deux corps isomères : j'en ai déterminé la chaleur de dissolution sur le mélange même formé dans la réaction.

» IX. *Acide nitro-benzoïque*, $C^{14}H^6O^4 + AzO^6H = C^{14}H^5(AzO^4)O^4 + H^2O^2$. — Cette réaction dégage encore 36,00 calories environ. Ce chiffre se retrouve donc à peu près constant dans la nitrification de la benzine et de ses dérivés immédiats. — Le toluène, le xylène, le phénol, le phénol mononitré ont fourni des chiffres plus élevés, mais que je ne crois pas devoir donner ici, craignant de n'avoir pu éviter une oxydation partielle du composé organique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation et le ferment alcooliques.* Note de **M. Dubrunfaut.**

« La levûre de bière brute qui se présente sous forme de pâte ferme contient de 0,70 à 0,80 de bière privée de glucose. Le moût de bière qui, dans les conditions usuelles, reproduit sept fois le poids de la levûre em-

ployée, est tellement riche en matières reproductrices du ferment, qu'il est loin d'être épuisé par ce travail. En effet, une addition de sucre produit un accroissement de levûre proportionnel au supplément de sucre, conformément au rapport formulé. Si le sucre n'a pas été employé en excès, la constitution normale du ferment en azote n'a pas changé. Si, au contraire, le sucre a été employé en excès, le titre azote devient intermédiaire entre celui de la levûre féconde et celui de la levûre stérile. Toutes les levûres issues de fermentations autres que celles des bières de malt sont dans ce cas, et elles donnent un titre azote mixte entre 0,10 et 0,05. On peut donc considérer ces levûres comme des mélanges des deux produits spécifiés, et leurs valeurs vénales comme ferments sont accusées fort exactement par l'analyse organique qui dose l'azote.

» La levûre de bière, malgré la perte de poids que lui font subir les lavages (0,05 à 0,10), conserve sa constitution azotée normale de 0,10; mais sa constitution saline qui est de 0,10 à l'état brut, devient 0,02. Il résulte de ces faits que les eaux de lavage de levûres sont relativement beaucoup plus riches en sels minéraux qu'en matière albuminoïde; cette constitution ne leur ôte pas la propriété d'être des milieux fort propres à la vie et à la reproduction des divers ferments organisés (1).

» Quelque multipliés que soient les lavages de la levûre, on ne peut parvenir à obtenir une eau de lavage tout à fait exempte de matières albuminoïdes et salines. Ce fait prouve, avec les autres faits connus, que la levûre continue à vivre même dans l'eau pure et à y exercer ses fonctions vitales sur sa propre substance, comme le font les animaux condamnés à l'inanition (2).

» Une particularité remarquable que l'on observe dans les produits de

---

(1) Nous avons observé que les vins issus de lavage de levûres s'aigrissent avec une extrême facilité, tandis que les vins préparés avec le ferment lavé ne s'aigrissent pas spontanément. Nous reviendrons sur ces faits importants en publiant nos études sur les fermentations lactique et acétique.

(2) Notre précédente Note démontre à l'évidence que le ferment, végétal organisé et vivant, ne prélève le carbone utile à ses fonctions ni sur le sucre, ni sur l'alcool, et si l'on admet avec nous, comme une vérité placée en dehors de toute discussion, la formule chimique qui met en équation le sucre $C^{12}H^{12}O^{12}$ avec $4(CO^2) + 2(C^4H^6O^2)$, il faudra forcément ou contester l'exactitude de nos expériences, ou les interpréter comme nous l'avons fait, c'est-à-dire admettre que le ferment forme ses hydrates de carbone, comme les végétaux supérieurs, à l'aide du composé CO^2, qui laisse seul une lacune fractionnaire expérimentale dans l'un des membres de l'équation de Lavoisier. Tout autre mode de discussion des faits

l'incinération de la levûre de bière lavée et des eaux de lavage, c'est que les cendres de celles-ci sont toujours alcalines, tandis que celles de la levûre lavée sont toujours plus ou moins acides. Si l'on considère que cette acidité est due à de l'acide phosphorique libre ou plutôt à l'état de phosphate acide, on ne peut expliquer ces faits qu'en admettant dans la levûre de bière normale la présence du phosphate ammoniaco-magnésien, qui, vu son insolubilité, reste dans le ferment globulaire lavé.

» Ce fait seul suffirait pour mettre en doute l'affirmation trop absolue de M. Pasteur sur l'absence de production d'ammoniaque dans la fermentation alcoolique, alors même que d'autres faits ne fourniraient pas des éléments de controverse. Mitscherlich, en effet, a constaté la présence à haute dose de la magnésie et de l'acide phosphorique dans les cendres des diverses levûres, et M. Pasteur, dans ses précieuses expériences, a toujours fait intervenir ou la levûre normale, ou les cendres de levûre.

» En répétant les expériences de cet illustre savant sur l'emploi des sels ammoniacaux dans la fermentation, nous avons pu reconnaître, sans la moindre incertitude, la disparition constante d'une certaine proportion d'ammoniaque comme fait parallèle à la reproduction du ferment globulaire; mais nous avons vu aussi que le ferment produit dans ces conditions, soumis à l'incinération, donne constamment des cendres exceptionnellement acides. Il sera donc utile de revoir avec soin ces expériences pour reconnaître la part réelle que peut prendre l'ammoniaque dans la formation de la matière albuminoïde et de la matière saline des globules. En ajoutant des sels ammoniacaux à des fermentations faites dans des conditions favorables à l'altération de la constitution azotée du ferment, nous avons obtenu des fermentations parfaites et une conservation remarquable

---

en question nous paraît être en dehors de la logique et des règles de la méthode expérimentale, dont notre savant et illustre contradicteur a toujours été l'un des plus fervents et des plus judicieux adeptes.

Nous avons laissé à dessein la production de l'acide succinique et de la glycérine, qui nous est opposée, en dehors de la discussion, parce que ces belles découvertes d'un savant que nous aimons et estimons nous ont paru appartenir aux phénomènes et aux produits complexes qui accompagnent la fermentation alcoolique; en d'autres termes, la glycérine et l'acide succinique ne seraient, selon nous, que des produits dérivés des fonctions vitales du ferment analogues aux sécrétions et aux excrétions normales des animaux, et c'est dans l'étude des lavages de levûre dont nous venons de parler qu'on pourra sans doute trouver l'explication et le mode de formation de ces produits.

du ferment normal à 0,10 d'azote. Ces faits réclament une nouvelle étude de la question ammoniacale.

» Frappé de l'analogie si évidente observée entre la production du ferment et la végétation, nous avons pensé à rechercher la limite de cette analogie, en instituant une série d'expériences pour reconnaître le rôle que jouent les différents sels minéraux dans la fermentation du sucre et la reproduction du ferment. Ces expériences avaient un double intérêt : elles pouvaient, en effet, servir à confirmer la formule de la fermentation de Turpin, et offrir à l'Agriculture un mode d'expérimentation nouveau plus utile et plus rapide que la culture normale.

» Des expériences incomplètes, arrêtées avec nos autres travaux en septembre dernier, nous ont cependant donné des résultats qui répondent à nos vues (1), et que nous pouvons présenter avec confiance.

» Nous avons composé des moûts avec des dissolutions de sucre dans l'eau à 10 pour 100, et nous les avons additionnées de différents sels minéraux et de levûre de bière en pâte. Les poids de ces matières ont été tous uniformément de 0,05 du poids du sucre. Le ferment ainsi dosé ne représentait en matière sèche que 0,01 du poids du sucre, c'est-à-dire une dose exactement suffisante pour faire fermenter la moitié du sucre.

» Nous énumérons les sels employés dans l'ordre que nos expériences assignent au rôle utile qu'ils ont joué dans la fermentation. Ce sont :

» 1° Le nitrate de potasse; 2° le sulfate d'ammoniaque; 3° le sulfate de potasse; 4° le phosphate de chaux; 5° le sulfate de magnésie; 6° le sulfate de chaux; 7° le sulfate de soude; 8° un moût sans sels minéraux comme témoin; et enfin, 9° un moût additionné d'alun potassique.

» Si l'on en excepte ce dernier sel, employé dans un but particulier et qui a donné un résultat négatif, tous les autres sels ont donné des résultats supérieurs à ceux du témoin, qui, conformément à nos prévisions et aux faits connus, n'a transformé que 0,50 du sucre en alcool. Avec le sulfate de soude, on a obtenu en sucre fermenté 0,52; avec le sulfate de chaux, 0,62; avec le sulfate de magnésie, 0,73; avec le phosphate de chaux, 0,80; avec

(1) Ces expériences ont été commencées en mars 1870 et continuées jusqu'au moment où l'investissement de Paris a supprimé les arrivages quotidiens de levûre de bière. Elles se rattachent elles-mêmes à nos travaux sur les impuretés des gaz qui jouent un si grand rôle dans les phénomènes de lavie et des ferments et qu'elles ont forcément ajournés. En attendant que nous puissions les reprendre, nous pouvons affirmer que nos publications sur les impuretés des gaz, sur l'analyse spectrale et sur l'ozone n'énoncent que des vérités que nos publications ultérieures justifieront et démontreront.

le sulfate de potasse, 0,88; avec le sulfate d'ammoniaque, 0,94; et enfin avec le nitrate de potasse la transformation a été complète et parfaite, sans production d'acide autre que la production normale, qui est, selon nous, un acide organique équivalent à $0^{gr},8$ de SO^3HO pour 100 grammes de sucre prismatique.

» Une particularité fort remarquable de cette dernière expérience, c'est que l'acide nitrique a disparu complétement. Le sulfate d'ammoniaque paraît un peu inférieur au nitrate; il n'en est rien cependant. Nos expériences ont duré depuis le 16 août jusqu'au 7 septembre, et nous avons la certitude que si nous avions attendu quelques jours de plus pour faire notre examen des vins, la fermentation au sulfate d'ammoniaque eût égalé en perfection celle qui a été obtenue avec le nitrate de potasse. Nous devons ajouter que, dans ce cas, l'acide sulfurique du sulfate se retrouve intégralement dans le vin.

» La supériorité des sels ammoniacaux et des nitrates considérés comme engrais chimiques de la culture du ferment se soutient comme dans les grandes cultures étudiées par la science. Le rang des autres sels considérés au même point de vue se maintient aussi : on remarque surtout l'infériorité de la soude sur la potasse, ce qui est tout à fait conforme à la pratique agricole et aux résultats de M. Peligot.

» Nous avons démontré ailleurs que, dans la culture des racines bisannuelles, le nitre accumulé pendant la première année de végétation disparaît la deuxième année pendant la fructification. La disparition du nitre dans la fermentation alcoolique ne prouve-t-elle pas, comme nous l'avons supposé, que le nitre satisfait dans ce cas aux fonctions de reproduction du ferment. Nous avons, à l'occasion de nos anciennes observations, soulevé cette opinion, sous forme dubitative, que l'azote de l'acide nitrique ne s'assimile qu'après une transformation préalable en ammoniaque; l'étude de la fermentation permettra de vérifier avec certitude et facilité ce fait, qui a une importance réelle pour les théories agricoles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle théorie de la fermentation;*
par **M. A. Petit** (1).

« Cette théorie repose sur une étude attentive des phénomènes de la fermentation. Voici les faits sur lesquels je l'appuie :

(1) Cette Note était contenue dans un pli cacheté, déposé dans la séance du 19 juin dernier, et ouvert dans la séance de ce jour sur la demande de l'auteur.

» 1° Il y a production de globules de ferment sans qu'il y ait fermentation.

» 2° Ainsi que l'a démontré M. Berthelot, il peut y avoir fermentation en dehors des globules de ferment.

» 3° Dans un liquide fermentescible filtré, les globules se forment sans amener de fermentation. Elle commence seulement lorsqu'un certain nombre de globules se sont déposés au fond du vase, et c'est exclusivement du fond que partent les bulles d'acide carbonique.

» 4° La fermentation est retardée et même empêchée quand le sucre est en solution trop étendue.

» 5° En augmentant la proportion relative de ferment, on parvient à vaincre la résistance qu'opposent à la fermentation les substances dites anti-fermentescibles, créosote, sublimé, acides organiques et minéraux, etc.

» 6° Quand les proportions de ferment et de sucre sont convenables, la fermentation commence instantanément.

» 7° En faisant varier le sucre dans des limites très-étendues (de 20 à 300 grammes par litre dans mes expériences), le volume de gaz dégagé reste le même pour une même quantité de ferment.

» 8° Après un certain temps, nécessaire pour atteindre le maximun, la quantité de gaz dégagée est exactement proportionnelle au temps.

» 9° Les sulfites n'empêchent pas la fermentation; ils sont transformés en sulfates.

» 10° La levûre de bière délayée dans l'eau absorbe une certaine quantité d'iode, en le transformant en acide iodhydrique. Cette liqueur saturée d'iode est apte à en absorber de nouveau après quelque temps de fermentation. En présence de la levûre de bière, l'eau est donc décomposée; l'hydrogène s'unit à l'iode, pour former de l'acide iodhydrique, et l'oxygène se combine aux globules. Cette propriété des globules d'absorber l'oxygène est, du reste, parfaitement constatée pour les globules du sang et pour ceux de la levûre acétique.

» De ces faits d'observation, découle la théorie suivante. Le sucre se trouvant dissous dans l'eau et en présence des globules de levûre, l'eau est décomposée. L'hydrogène et l'oxygène deviennent libres. L'oxygène entre, momentanément du moins, en combinaison avec la substance des globules; l'hydrogène, à l'état naissant, se porte sur une molécule de sucre et la détruit. La réaction produit de l'alcool, de l'acide carbonique et 1 équivalent d'hydrogène à l'état naissant, qui décompose une nouvelle molécule

de sucre, et l'action gagne ainsi de proche en proche :

$$C^{12}H^{12}O^{12} + H = 2(C^4H^6O^2) + 4CO^2 + H.$$

» Une seule molécule d'hydrogène décomposerait théoriquement une quantité indéfinie de sucre, s'il ne se produisait des réactions secondaires, dont la principale est la formation de la glycérine :

$$C^{12}H^{12}O^{12} + 4H = 2\underbrace{(C^6H^8O^6)}_{\text{Glycérine.}},$$

» Ce qui me fait attribuer à l'hydrogène l'action principale qui pourrait tout aussi bien convenir à l'oxygène (et rien ne prouve qu'elle ne lui appartient pas dans certaines conditions d'expérience), c'est qu'en faisant fermenter deux liqueurs, dont l'une renferme 1 pour 100 de sulfite de soude, tandis que l'autre n'en renferme pas, le dégagement d'acide carbonique a été le même, bien que l'oxygène eût servi à transformer le sulfite en sulfate. Dans cette expérience, il n'y a pas eu production d'acides.

» Si la fermentation se fait en dehors des sulfites, l'oxygène forme de l'acide succinique et de l'acide acétique :

$$C^{12}H^{12}O^{12} + O^{10} = \underbrace{C^8H^6O^8}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{succinique.}}} + 4CO^2 + 6HO.$$

L'équation fondamentale de la fermentation serait, comme on l'a cru jusqu'à présent,

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2(C^4H^6O^2) + 4CO^2,$$

et 4 à 5 pour 100 du poids du sucre seraient détruits, en produisant de la glycérine et de l'acide succinique, en vertu de la réaction suivante :

$$7(C^{12}H^{12}O^{12}) + 8HO = 10\underbrace{(C^6H^8O^6)}_{\text{Glycérine.}} + 2\underbrace{(C^8H^6O^8)}_{\text{Acide succinique.}} + 8CO^2.$$

» Cette formule se rapproche beaucoup des proportions d'acide succinique et de glycérine trouvées par M. Pasteur et donne même des nombres identiques, si l'on se rappelle qu'une partie de l'oxygène produit de l'acide acétique au lieu d'acide succinique.

» Cette théorie rend compte de tous les faits observés par M. Pasteur, dans son beau travail sur la fermentation alcoolique, et de toutes les anomalies apparentes du phénomène. Je me réserve d'appliquer, plus tard, ces idées aux autres fermentations. Je pense aussi qu'elles peuvent servir à expliquer le mode d'action des virus.

» Élévation de température pendant la fermentation, différence énorme entre les poids du sucre et du ferment nécessaire à sa décomposition, action de substances anti-fermentescibles, influence de l'eau, de la température, tout s'explique de la façon la plus naturelle, et il ne reste plus, comme phénomène tenant à l'organisation, que l'affinité pour l'oxygène des globules ou de la substance qu'ils renferment. Il est permis de prévoir que cette action pourra être remplacée par une action chimique identique, et qu'alors la fermentation rentrera dans l'ordre des phénomènes purement chimiques.

» Je termine en disant que le sucre, en se combinant aux éléments de l'eau, donne naissance à l'alcool, à l'acide carbonique, à l'acide succinique et à la glycérine, exactement comme l'acide cyanique, l'acide cyanhydrique et l'urée s'unissent aux éléments de l'eau pour former de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, ou, si l'on veut un exemple plus compliqué, comme l'amygdaline produit de l'aldéhyde benzoïque, de l'acide cyanhydrique et du glucose. »

PHYSIQUE. — *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques, sur la chaleur dégagée pendant leur combinaison.* 3e Note de **M. A. Ditte** (1), présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

V. — *Résumé.*

« En résumant les résultats qui se trouvent contenus dans mes Notes des 10 et 17 juillet, nous remarquerons que sous les quatre formes considérées, la magnésie présente l'aspect d'une poudre amorphe; aucune des différences que l'on y constate après l'avoir portée à diverses températures ne provient donc de la cristallisation. Aussi, cette matière nous permet-elle de bien voir l'influence considérable que l'élévation de température seule, en l'absence de toute autre cause physique, exerce sur les propriétés d'un corps.

» Ces propriétés représentées dans mes expériences par la densité, la dilatation et les phénomènes calorifiques qui accompagnent la dissolution de la magnésie varient dans un sens déterminé quand la température suit elle-même une loi connue de variation; la dilatation de la matière diminue à mesure qu'on la calcine; sa densité augmente au contraire, et la quantité de chaleur qu'elle dégage, en se combinant à l'acide sulfurique, s'accroît en même temps. J'insiste tout particulièrement sur ce dernier résultat, que

(1) *Comptes rendus*, séances des 10 et 17 juillet 1871.

j'ai constaté déjà pour l'oxyde de zinc (1), et qui est contraire à ce que l'on admet généralement, que la chaleur d'un corps diminue lorsque sa densité augmente. Le tableau qui suit résume d'ailleurs les principaux résultats relatifs à la magnésie anhydre :

T (2).	D_0.	α_0^{100}.	Q.
350 degrés	3,1932	0,0003104	16655^{cal}
440 »	3,2014	0,0002402	18417
Rouge sombre	3,2482	0,0001764	19234
Rouge blanc	3,5699	0,0001634	20094

» Cette magnésie est, du reste, d'autant plus difficile à dissoudre dans les acides étendus qu'elle a été chauffée davantage; et ses propriétés hydrauliques se manifestent aussi d'autant mieux que sa calcination a été plus forte, au moins jusqu'à la température du rouge blanc, à laquelle elle semble perdre la faculté de se combiner rapidement avec l'eau.

» Cette variation des propriétés physiques paraît même se poursuivre dans les combinaisons de la magnésie avec l'eau. La magnésie hydratée est, en effet, d'autant plus dure, d'autant plus dense que la matière anhydre qui a servi à sa préparation était elle-même plus dure et plus dense; elle dégage, en se combinant, d'autant plus de chaleur que la première en dégageait davantage. Les nombres suivants résument quelques résultats concernant cet hydrate :

T (3).	D_0.	Q.
350 degrés	2,3261	14244^{cal}
440 degrés	2,3631	14431
Rouge sombre	2,6040	18340

» Il résulte de ces expériences que, lorsqu'on soumet les corps à l'influence d'une cause physique, qui, comme l'élévation progressive de leur température, change d'une certaine manière la propriété qu'ils possèdent de dégager en se combinant certaines quantités de chaleur, leurs autres propriétés thermiques varient en même temps. De plus, quand on modifie

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 juin 1871.

(2) T, température à laquelle on a calciné la magnésie; D_0, densité à zéro; α_0^{100}, coefficient de dilatation entre zéro et 100 degrés; Q, quantité de chaleur dégagée par la dissolution d'un équivalent de magnésie dans l'acide sulfurique étendu.

(3) T, température à laquelle on a calciné la magnésie anhydre qui a servi à préparer l'hydrate; D_0, densité à zéro; Q, chaleur qui accompagne la dissolution de 1 équivalent de l'hydrate dans l'acide chlorhydrique employé.

l'une d'elles d'une manière déterminée, non-seulement on observe pour les autres des variations correspondantes, mais encore pour chacune d'elles, le sens du phénomène se trouve à l'avance indiqué. »

PHYSIQUE. — *De l'influence qu'exerce la cristallisation de l'oxyde de cadmium sur la chaleur dégagée pendant sa combinaison.* Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'oxyde de cadmium peut se présenter sous deux formes bien différentes : noir et cristallisé en petites aiguilles brillantes, lorsqu'on l'obtient en calcinant fortement le nitrate, il est orangé et amorphe quand on le prépare en chauffant le carbonate ou l'oxyde hydraté, ainsi que par la combustion du métal dans l'air. Cette matière, après avoir été portée d'ailleurs, dans tous les cas, à une même température, peut, sous ces deux états physiques, dégager en se combinant des quantités de chaleur différentes; j'ai pu le mettre en évidence au moyen du calorimètre, en dissolvant un poids déterminé de chaque oxyde dans une même quantité d'un acide étendu.

» Je me suis servi de 50 centimètres cubes d'une dissolution renfermant par litre $382^{gr},5$ d'acide sulfurique monohydraté, et de 1 gramme d'oxyde de cadmium. Les nombres qui suivent représentent les échauffements correspondants du calorimètre.

» 1° *Oxyde noir cristallisé* provenant de la calcination du nitrate et réduit en poudre fine; il dégage en se dissolvant :

	I.	II.	III.	Moyenne.
Par gramme.......	$228^{cal},8$	$230^{cal},5$	»	$229^{cal},6$
Par équivalent.....	14185	14292	»	14238

» 2° *Oxyde orangé amorphe* provenant, dans les expériences I et II, de la décomposition du carbonate, dans III de la combustion du cadmium. On a :

Par gramme	231,3	235,9	234,9	234,1
Par équivalent.....	14342	14631	14567	14513

L'échauffement du calorimètre, qui accompagne la dissolution de l'oxyde amorphe, est donc plus intense que celui qu'on observe avec l'oxyde cristallisé. La différence en faveur du premier est :

Par gramme	$4^{cal},5$
Par équivalent	273

c'est à ces deux variétés de l'oxyde que correspondent les deux valeurs que j'ai données (1) pour la chaleur de combustion du cadmium.

» Ainsi, quand un corps cristallise, il semble perdre une petite quantité de chaleur; cela paraît du moins résulter d'un certain nombre d'expériences, entre autres celles de M. Favre sur les phénomènes calorifiques qui accompagnent l'oxydation du carbone et du soufre, et celles de MM. Troost et P. Hautefeuille relatives au silicium; les déterminations qui précèdent constatent, pour l'oxyde de cadmium, un résultat tout à fait analogue, et donnent la mesure d'un phénomène du même ordre et du même sens. »

CHIMIE. — *Dosage de l'acide fluorhydrique libre.* Note de **M. P. Guyot.**

« Tout le monde connaît les difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut doser l'acide fluorhydrique libre. La méthode de M. H. Rose (*Annuaire de Chimie*, 1851, p. 158), qui donne un précipité de fluorure de calcium, est longue et peut occasionner des erreurs par les pertes que l'on fait pendant les filtrations, lavages, calcinations et traitement par l'acide acétique. Je propose de la remplacer par la suivante, qui consiste à mettre en usage ce fait constaté par feu J. Nicklès (*Revue des Cours scientifiques*, t. V, n° 24, p. 390), à savoir : que la fluorure de potassium donne avec le sesquichlorure ferrique un précipité blanc de sesquifluoferrate de potasse $Fe^2Fl^3\,2KFl$, et cela, en vertu de l'équation

$$Fe^2Cl^3 + 5KFl = Fe^2Fl^3\,2KFl + 3KFl.$$

» J'ai déjà appliqué cette réaction au dosage volumétrique des fluorures solubles (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 274).

» Pour doser l'acide fluorhydrique libre, voici comment il faut opérer : on neutralise exactement l'acide au moyen du carbonate de potasse pur, dont on a soin de ne pas employer un excès, puis on filtre, et l'on dose au moyen d'une solution titrée de perchlorure de fer, d'après la méthode précédemment citée. Au cas où l'on aurait employé un excès de carbonate, on peut l'éliminer au moyen de l'acide chlorhydrique pur, le précipité de sesquifluoferrate prenant naissance même quand la liqueur renferme du chlorure, du nitrate ou du sulfate potassique. Il vaut mieux employer pour la neutralisation le carbonate de potasse que celui de soude, parce que, pour avoir tout le fluor précipité à l'état de sesquifluoferrate sodique $Fe^2Fl^3\,2NaFl$,

---

(1) *Comptes rendus*, séances des 26 juin et 10 juillet 1871.

il faudrait ajouter de l'alcool, liquide dans lequel le nouveau sel n'est pas soluble, tandis qu'il l'est sensiblement dans l'eau. Il n'est pas nécessaire d'opérer avec toute sa solution de fluorure alcalin, on peut l'amener à un volume connu et doser l'acide de 10 centimètres cubes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'arrêt de la circulation du sang produit par l'introduction d'air comprimé dans les poumons.* Note de **M. N. Gréhant**, présentée par M. Claude-Bernard.

« Poiseuille dans un travail qui a paru dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences le 17 décembre 1855, établit ce fait, que l'inspiration entrave la circulation pulmonaire, tandis que l'expiration la favorise. Poiseuille a démontré en outre, par des injections, que les poumons insufflés offrent des capillaires plus allongés et d'un diamètre plus petit qui laissent passer moins de liquide que les poumons non insufflés. Une observation que je fis au laboratoire de Physiologie du Muséum d'histoire naturelle m'a conduit à étudier de nouveau cette question. Chez un chien empoisonné par le curare, on entretenait la respiration artificielle et on mesurait à l'aide d'un manomètre à mercure la pression du sang dans l'artère fémorale; cette pression se maintenait égale à 15 centimètres environ tant que le mouvement régulier du soufflet fut conservé; mais aussitôt qu'on exagéra le nombre et l'amplitude des mouvements d'insufflation, la pression du sang baissa considérablement jusqu'à 7 centimètres environ, et en même temps la colonne mercurielle cessa d'osciller.

» Si par un tube fixé dans la trachée on insuffle les poumons avec de l'air comprimé, on observe exactement le même phénomène de dépression. Chez un chien, à l'état normal, la pression du sang dans l'artère fémorale tracée par le manomètre de M. Fick sur le cylindre tournant de M. Marey était égale à 12 centimètres de mercure en moyenne; on insuffla dans les poumons de l'air soumis à la pression de 15 centimètres de mercure, la pression dans l'artère baissa jusqu'à 3 centimètres, et le tracé montra que les ondées sanguines envoyées par le cœur devinrent de plus en plus petites et même disparurent complétement. Dans une seconde expérience, l'air insufflé étant soumis à une pression de 6 centimètres de mercure, la pression dans l'artère diminua de 12 centimètres à 5 centimètres.

» Chez le lapin, des expériences semblables fournissent des résultats analogues. La trachée d'un lapin est mise en communication avec un gazomètre plein d'air à la pression de $4^c,2$ de mercure; la pression du sang

dans le carotide baisse aussitôt de 13^c,8 à 2^c,6. L'insufflation des poumons étant faite avec de l'air soumis à la pression de 1^c,2, la pression dans l'artère baissa de 13^c,5 à 11^c,5, elle avait diminué de 2 centimètres. Dans cette seconde expérience, le tracé indique encore les battements du cœur et l'influence des mouvements respiratoires.

» La section des nerfs pneumo-gastriques n'exerce aucune influence sur la production de ces phénomènes.

» On peut démontrer directement que l'air comprimé arrête la circulation dans le poumon. On introduit par la veine jugulaire, chez un chien, une sonde de plomb préalablement remplie d'une solution de bicarbonate de soude; l'extrémité de la sonde est enfoncée jusque dans la portion thoracique de la veine cave inférieure; une canule de verre est fixée dans l'artère carotide, et les deux tubes, la sonde et la canule sont unis aux deux branches d'un manomètre différentiel de M. Claude Bernard. Dans les conditions normales, le mercure monte du côté de la veine jusqu'à 14 centimètres; dès qu'on insuffle les poumons avec de l'air soumis à la pression de 6^c,5 de mercure, aussitôt le mercure descend du côté de la veine, monte du côté de l'artère; bientôt les deux niveaux sont dans un même plan horizontal; la pression est alors exactement la même dans la veine cave inférieure et dans l'artère. Ouvre-t-on l'artère, le volume de sang qui s'écoule est petit, la pression tombe à zéro dans l'artère, et le sang cesse de couler. Ainsi la circulation est complétement arrêtée, et l'obstacle se trouve dans le poumon; dès qu'on laisse cet organe s'affaisser, le sang arrive en quantité dans l'artère.

» L'expérience suivante démontre encore directement le même fait. Chez un animal sacrifié par hémorrhagie, le sang est défibriné. Le thorax étant ouvert, on fixe deux canules de verre, l'une dans l'artère pulmonaire, l'autre dans l'oreillette gauche, puis on établit artificiellement la circulation du sang à travers les poumons, sous une pression constante de 5 centimètres de mercure. Aussitôt qu'on insuffle les poumons, le sang cesse de revenir par l'oreillette gauche, il s'échappe en abondance quand on cesse l'insufflation. Cette expérience permettrait encore d'établir le rapport qui existe entre la perméabilité du poumon pour le sang et le degré de dilatation de cet organe.

» On peut déduire des faits qui précèdent, sans qu'il soit nécessaire d'y insister davantage, les ménagements qu'il faut garder dans les cas où l'on pratique la respiration artificielle.

» On ne devra pas confondre ces expériences et les résultats qu'elles

fournissent avec les cas dans lesquels l'homme ou l'animal, au lieu de recevoir de l'air soumis à une certaine pression par le poumon seul, se trouve placé, le corps entier, dans une atmosphère d'air comprimé. »

ZOOLOGIE. — *Sur un cas nouveau d'hypermétamorphose constaté chez la* Palingenia virgo *à l'état de larve; analogies de cette larve avec les Crustacés.* Note de **M. N. Joly**, présentée par M. Milne Edwards.

« Occupé depuis plusieurs années de l'embryogénie des *Ephémérines*, surtout de celle de la *Palingenia virgo*, je n'avais pu faire éclore dans mon laboratoire les œufs de cet insecte névroptère, devenu si célèbre grâce aux savants Mémoires des Swarmmerdam, des Réaumur et des Christian Scheffer. Plus heureux cette année, j'ai enfin réussi à suivre le développement de l'insecte dans l'œuf, à en obtenir l'éclosion, et à combler ainsi une lacune importante, que je regrettais de trouver dans les Mémoires si pleins d'intérêt des maîtres illustres que je viens de citer. J'ai signalé, il y a déjà longtemps (1), un cas très-curieux d'hypermétamorphose chez la larve d'*OEstrus equi*. Von Siebold et Fabre en ont constaté deux autres, le premier, chez les larves des *Strépsiptères*, le second chez celles des *Méloïdes*. Mais, dans les cas cités par ces naturalistes, l'hypermétamorphose se bornait à quelques modifications dans les formes extérieures, l'organisation interne restant invariablement la même jusqu'au moment de la nymphose. Il n'en est pas ainsi chez la larve récemment éclose de la *Palingenia virgo*. En effet, à cette époque de son existence, elle est complétement dépourvue de plusieurs organes qui sembleraient essentiels, indispensables même à la vie d'un insecte, et dont l'apparition tardive a de quoi nous surprendre. Ainsi, elle n'a d'abord ni appareil circulatoire, ni organes spéciaux pour la respiration. Ses antennes et ses soies caudales n'ont ni le même nombre d'articles, ni la villosité qu'elles acquièrent plus tard; en un mot, comparée à ce qu'elle doit être peu de temps avant l'époque de la nymphose, elle est, on peut le dire, un animal très-incomplet.

» Sous ce premier état, la *Palingenia virgo* rappelle donc l'état permanent des *Nemoura trifascicata* et *variegata*, comme elles entièrement dépourvue de branchies trachéennnes. Un peu plus tard, ses branchies apparaissent sous la forme de petits cœcums tubuleux, placés sur les parties latérales des six premiers anneaux de l'abdomen, et d'une transparence cristalline, comme

---

(1) *Sur l'hypermétamorphose des larves d'OEstrides* (*Comptes rendus*, septembre 1846).

l'est, du reste, celle du corps tout entier. L'animal ressemble alors au *Nemoura cinerea*, ou plutôt au *Sialis lectarius*, muni, comme lui, de cœcums branchiaux suspendus aux six premiers anneaux de l'abdomen.

» Puis, en se compliquant davantage, l'appareil branchial de la *Palingenia virgo* prend la forme de lamelles aplaties, frangées sur les bords à la manière des branchies *rutales* des *Libellules*, et parcourues, comme chez ces dernières, par un tronc trachéen principal, subdivisé en ramuscules très-déliés.

» Enfin, les lamelles branchiales deviennent de plus en plus larges, de plus en plus frangées; les trachées s'y montrent avec leur fil spiral; les globules sanguins se forment, et la circulation s'établit telle que Canus l'a décrite.

» Voilà donc de vraies métamorphoses, tout à fait analogues à celles que j'ai constatées en 1844 chez une petite *Salicoque* d'eau douce, très-commune dans le canal du Midi, métamorphoses qui, indépendamment du genre de vie aquatique des *Palingenies*, établissent, entre les Insectes et les Crustacés, une transition en quelque sorte inattendue. Le passage des uns aux autres est rendu bien plus évident encore par l'insecte singulier que mon fils Émile a, le premier, trouvé dans la Garonne, et que Geoffroy, qui l'avait rencontré aux environs de Paris, et Latreille, qui ne l'avait jamais vu, ont rangé à tort parmi les Crustacés, puisqu'il respire, nous l'affirmons, par de véritables trachées, incluses entre deux lames branchiales (2). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Vers du genre* Perichæta. Note de **M. Em. Perrier**, présentée par M. Quatrefages.

« Grâce à l'obligeance de M. Houllet, chef des Serres du Muséum d'histoire naturelle, qui a bien voulu les recueillir dans la terre des envois de plantes à lui adressés, j'ai pu étudier vivants quelques Vers appartenant au genre *Perichæta* et provenant, les uns des Antilles, les autres de Calcutta.

» Le groupe des Annélides Lombricines terricoles étant anatomiquement

(1) *Voir* dans les *Annales des sc. nat.*, 2e série, t. XIX, p. 34, mon Mémoire sur la *Caridina Desmarestii*.

(2) Cet insecte, que mon fils a fait connaître à la Société d'histoire naturelle de Toulouse (le 15 juin 1870), n'est rien autre chose que le rarissime *Binocle à queue en plumes* de Geoffroy (*Hist. des Insectes de Paris*, t. II, pl. XXI, f. 3), le *Prosopistoma* de Latreille (*Nouvelles Annales du Muséum*, t. II, p. 23).

peu connu, j'espère pouvoir continuer cette étude sur les autres Vers qui me parviendront par cette voie. Ceux dont il s'agit actuellement appartiennent à un genre créé par Schmarda, et dont deux espèces ont été dernièrement étudiées, mais sur des échantillons conservés par M. Léon Vaillant. Quelques détails importants, que nous avons été assez heureux pour mettre en évidence, permettront de se rendre un compte plus exact de l'organisation et des affinités de ces Vers, et d'étendre les résultats déjà trouvés sur les Lombricines appartenant à d'autres genres.

» Nous nous occuperons surtout ici du Ver de Calcutta, réservant les quelques différences présentées par celui des Antilles pour le Mémoire que nous publierons sur ce sujet.

» Le Ver en question a une longueur de 140 à 150 millimètres, sur 3 millimètres de large environ. Son corps compte environ 106 anneaux, non compris la tête. Chaque anneau porte en son milieu une ceinture de 45 à 50 soies isolées, également espacées les unes des autres et rangées en cercle. Sur la tête, on voit une légère proéminence, un peu échancrée en avant; le *clitellum* se montre après le treizième anneau, et occupe l'espace de trois anneaux, qu'il est facile de reconnaître soit au moyen des ganglions nerveux, soit au moyen des ceintures de soie qui persistent souvent après la formation du clitellum. L'anneau qui suit le clitellum est donc le dix-septième, et c'est à la face inférieure du dix-huitième qu'on aperçoit les deux orifices génitaux mâles. Le quatorzième anneau, ou le premier du clitellum, porte au milieu de sa face inférieure, et tout à fait en avant, un orifice unique, que nous considérons comme l'orifice femelle. Au point de jonction des anneaux 6 et 7, 7 et 8, 8 et 9, on voit, de chaque côté de la face inférieure, d'autres orifices : ce sont ceux des glandes capsulogènes de d'Udekem, des poches copulatrices des auteurs plus récents.

» L'appareil digestif est très-complexe. Il se compose d'un pharynx à parois épaisses et glandulaires, d'un œsophage occupant les anneaux 6, 7, 8 et 9, d'un gésier musculeux occupant le dixième anneau, enfin d'un intestin analogue à celui des lombrics.

» Les parois du pharynx sont recouvertes par des glandes de deux sortes : les unes, supérieures, formées de deux tubes enroulés, unis entre eux par une substance intermédiaire; les autres, inférieures, contenant des culs-de-sac granuleux sphériques. Ces glandes s'ouvrent dans le pharynx par trois paires d'orifices.

» Dans l'œsophage, viennent s'ouvrir :

» 1° Trois groupes de glandes, appuyées sur les cloisons qui séparent

le troisième anneau du sixième, le sixième du septième, et le septième du huitième : ces glandes sont formées de tubes isolés, flottants, se recourbant en anses, et dont les deux moitiés sont enroulées en spirale l'une autour de l'autre;

» 2° Deux glandes pyriformes, compactes, situées dans le sixième anneau, formées de culs-de-sac sphériques disposés en grappe, mais réunis par une substance intersticielle;

» 3° Deux glandes en grappes à culs-de-sac, sphériques, isolés, et dont les canaux excréteurs, comme ceux des glandes précédentes, viennent s'ouvrir au point de jonction de l'œsophage et de la cloison 6-7. Ces dernières glandes occupent le septième anneau.

» Le gésier, de couleur blanc nacré, se fait remarquer par l'épaisseur de ses parois musculaires. L'intestin ne présente rien de particulier.

» Le système nerveux est construit sur le plan ordinaire. Le cerveau donne naissance latéralement à cinq paires de nerfs ; une branche naît du connectif; deux paires, dont l'antérieure plus grêle, de chacun des ganglions, y compris celui qui ferme le collier œsaphagien. Les ganglions antérieurs, courts et larges, s'allongent dans le clitellum, pour se renfler ensuite dans le dix-septième et surtout dans le dixhuitième anneau; le ganglion de cet anneau envoie sa paire postérieure, qui est très-grosse, aux environs des orifices génitaux mâles.

» Le système des vaisseaux rouges, constitué sur le plan ordinaire, se compose d'un vaisseau dorsal contractile et d'un vaisseau ventral. Du neuvième au quatorzième anneau, six branches latérales, d'inégal volume, unissent ces deux troncs principaux; les premières sont à peu près cylindriques et étroites; les deux dernières, au contraire, un peu bosselées et pyriformes, pourraient être prises pour des cœcums dépendant du vaisseau ventral; en réalité, elles sont unies au vaisseau dorsal par un petit tube vasculaire. Les branches intermédiaires présentent une forme intermédiaire entre ces deux extrêmes. Quatre d'entre elles nous ont paru bien nettement contractiles, comme l'indiquaient du reste les fibres musculaires entrecroisées qui couraient sur leurs parois.

» En arrière de la ceinture, le vaisseau dorsal et le vaisseau ventral sont unis par deux séries d'anastomoses : les unes adhérant à l'intestin, les autres présentant une disposition fort curieuse. Du vaisseau dorsal et du vaisseau ventral naissent, en des points correspondants, deux vaisseaux grêles : le premier, après avoir rampé sur l'intestin, vient se placer à côté du second, et tous deux, se ramifiant parallèlement, s'enfoncent dans les parois du

corps où leurs ramifications ultimes se réunisseut les unes aux autres en forme d'anses. Ces anses se retrouvent sur les ovaires, les testicules, les pavillons vibratiles; on les voit aussi dans la région céphalique; mais là il nous a été impossible de déterminer, d'une manière bien nette, les points de départ des branches vasculaires dont elles sont les terminaisons.

» L'appareil génital mâle se compose de quatre testicules trilobés, dont le lobe médian contient les plus jeunes cellules spermatiques. Ces testicules sont disposés par paires, dans le onzième et le douzième anneau. A chacun d'eux correspond un entonnoir vibratile, à bords très-flexueux. Les canaux qui font suite à ces entonnoirs se réunissent deux à deux, de chaque côté, en un conduit grêle qui s'unit au canal excréteur d'une grosse glande très-profondément lobée, située derrière la ceinture. Ces deux canaux unis en forment un troisième, fort gros, légèrement contourné, qui s'ouvre à l'extérieur par les orifices dits *génitaux mâles*.

» Les ovaires ont l'apparence d'une glande en grappe simple, ils occupent le treizième anneau; deux entonnoirs vibratiles sessiles, situés de chaque côté de l'orifice impair du clitellum, leur servent d'oviductes.

» Les poches copulatrices (?), au nombre de trois paires, sont formées par une grosse poche pyriforme pédonculée, sur le pédoncule de laquelle se greffe, du même côté de la cloison, un long tube tortueux dont les sinuosités sont contiguës l'une à l'autre, et de l'autre côté de la cloison une toute petite glande à peine lobée, présentant le même aspect que le tube. Les poches copulatrices sont au nombre de trois paires, situées dans les septième, huitième et neuvième segments. Nous avons indiqué la position de leurs orifices.

» On voit que cet appareil génital rentre tout à fait dans le type de celui des Lombricines. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le régime pluvial de l'Asie septentrionale et orientale.* Note de **M. V. Raulin**, présentée par M. Le Verrier.

« Après avoir établi dans une Communication précédente (1) le régime pluvial de la vaste plaine de l'Europe médiane, du Pas-de-Calais à l'Oural, il n'est pas sans intérêt de rechercher ce qui se passe au delà de cette chaîne, aussi loin que possible dans l'est. Des observations concluantes

---

(1) Deux fautes d'impressions se sont glissées à la page 785, ligne 5, Oural pour Ararat; ligne 3, en remontant, Dehoma pour Kostroma.

sont fournies par les grands observatoires établis par les Russes en Sibérie jusqu'au delà du lac Baïkal, et à Pékin, et par des observatoires russes ou français établis temporairement à Yakoutsk, à Ajansk sur la mer d'Okhotsk, à Khakodadé dans le sud de l'île d'Iézo, à Tien-Tsin, à l'est de Pékin, à Yokohama dans le milieu de l'île de Nipon ; à Saïgon, en Cochinchine ; comme aussi par les observations faites il y a un demi-siècle à Macao, et actuellement aux îles Philippines.

» Les observations faites dans dix-sept stations peuvent être réparties en six groupes, de la manière suivante :

1° Sibérie ouralienne : Bogoslowsk, Nijné-Taguilsk, Catherinenbourg, Zlataouste.
2° Sibérie occidentale : Tobolsk, Ichim.
3° Sibérie centrale : Barnaoul.
4° Sibérie orientale : Nertchinsk, Yakoutsk, Ajansk.
5° Chine et Cochinchine : Pékin, Tien-Tsin, Macao, Saïgon.
6° Japon et Philippines : Khakodadé, Yokohama, Manille.

» Malheureusement ces diverses séries sont loin d'avoir la même durée, et, par suite, la même valeur, celles de Yakoutsk, Ajansk, Tien-Tsin, Saïgon, Khakodadé, Yokohama, qui ne comprennent que une à trois années, ne peuvent fournir que des indications provisoires.

Tableau des quantités moyennes mensuelles d'eau tombée dans l'Asie septentrionale et orientale.

Localités.	Années.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Sibérie ouralienne :													
Bogoslowsk.........	26	13,1	17,8	19,0	24,4	39,7	52,0	113,4	66,0	36,9	29,2	20,4	19,3
Nijné-Tagnilsk.....	23	14,5	17,3	14,9	23,5	46,3	82,5	89,2	64,3	43,1	29,4	23,9	17,5
Catherinenbourg....	25	5,0	5,6	5,7	12,0	37,4	69,8	73,7	57,5	28,9	14,0	9,1	8,0
Zlatoouste..........	28	11,3	11,0	12,3	20,2	37,1	68,5	96,0	88,2	47,8	32,2	26,1	17,8
Sibérie occidentale :													
Tobolsk............	7	16,5	17,3	12,7	18,6	26,7	75,1	78,9	75,7	38,5	33,0	30,2	27,0
Ichim..............	6	15,8	12,7	7,6	18,8	22,3	81,8	82,6	57,8	29,9	34,2	30,7	17,4
Sibérie centrale :													
Barnaoul...........	23	6,4	5,1	7,4	7,0	25,4	39,9	38,9	46,5	25,4	16,5	16,0	14,1
Sibérie oroientale :													
Nertchinsk.........	21	3,5	1,8	5,9	13,4	39,9	67,1	100,5	100,0	100,9	16,1	8,6	4,0
Yaskoutsk..........	1^4	7,6	10,2	8,9	6,3	21,6	27,9	19,1	38,0	11,4	62,2	17,8	29,2
Ajansk.............		12,7	15,5	14,0	10,2	55,1	41,9	117,6	166,4	261,9	107,9	45,2	25,9
Chine et Cochinchine :													
Pékin..............	10	2,0	6,1	8,6	12,9	33,5	88,8	219,9	141,5	69,4	14,2	5,1	5,0
Tien-Tsin..........	0^8	"	"	15,5	13,0	72,9	50,2	28,1	170,3	64,9	15,4	"	"
Macao..............	18	15,2	40,6	53,3	116,8	307,3	274,3	182,9	251,5	269,2	154,9	60,9	27,9
Saïgon.............	1^6	0,0	0,0	4,6	16,9	127,3	285,8	240,8	205,5	390,6	256,5	64,3	1,2
Japon et Iles Philippines :													
Khakodadé..........	3^2	48,2	58,5	55,9	60,8	99,6	80,7	192,3	101,4	101,9	85,1	99,4	117,3
Yokohama...........	1	5,8	31,6	60,6	157,8	72,8	105,4	148,4	52,6	166,0	160,0	60,0	37,4
Manille............	5	33,0	49,0	19,0	21,0	81,0	183,0	284,0	399,0	360,0	198,0	83,0	41,0

Tableau des quantités moyennes trimestrielles et annuelles d'eau tombée dans l'Asie septentrionale et orientale.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.	Année.
Bogoslowsk	50,2	82,9	231,4	86,5	451,0
Nijné-Taguilsk	49,3	84,7	236,0	94,4	464,4
Catherinenbourg	18,6	55,1	201,0	52,0	326,7
Zlatoouste	39,1	69,6	252,7	106,1	467,5
Tobolsk	60,8	58,0	229,7	101,7	450,2
Ichim	45,9	48,7	222,2	94,8	411,6
Barnaoul	24,6	39,8	124,3	57,9	226,6
Nertchinsk	9,3	59,2	267,6	125,6	461,7
Yakoutsk	47,0	36,8	85,0	91,4	260,2
Ajansk	54,1	79,3	325,9	415,0	874,3
Pékin	13,2	55,0	450,2	88,7	607,1
Tien-Tsin	"	101,4	248,6	"	"
Macao	83,7	477,4	708,7	450,0	1719,8
Saïgon	1,2	148,8	732,1	711,4	1593,5
Khakodadé	214,0	216,3	374,4	286,4	1091,1
Yokohama	74,8	191,2	306,4	386,0	1058,4
Manille	123,0	121,0	866,0	641,0	1751,0

» La Sibérie située au nord de la chaîne de l'Altaï, n'atteint pas une grande élévation au-dessus de l'Océan, et les observations des côtes orientales ont été faites à peu de mètres au-dessus du niveau de ce dernier. Toutes établissent que le régime à pluies d'été de la grande plaine de l'Europe médiane, se poursuit au delà de la chaîne de l'Oural fort loin dans l'est, jusque sur les bords de l'océan Pacifique. Toutes les différences entre les quantités relatives des saisons s'accentuent bien davantage. A Nijné-Taguilsk l'été l'emporte déjà des 4 cinquièmes sur la saison la moins pluvieuse, et à Nertchinsk, dans le bassin de l'Amour, c'est presque de 29 trentièmes.

» En Chine, la série de Pékin établit que ce régime est aussi accentué qu'à Nertchinsk, quoique la quantité annuelle soit de moitié en sus (607,1). La série de Macao, sur la côte méridionale, établit que le régime est encore le même, quoique la quantité annuelle d'eau soit presque quadruple (1719,8), la différence est presque de 1 à 9.

» Au Japon, à Khakodadé, où la moyenne annuelle est de 1091,1, la différence n'est pas seulement du simple au double, comme en Pologne. A Manille, malgré la quantité annuelle un peu plus considérable qu'à Macao (1751,0), la différence n'est pas très-dissemblable puisqu'elle est de 1 à 7.

» Dans le groupe de la Sibérie ouralienne (4) il y cinq mois pluvieux, mai à septembre, et juillet est celui de tous qui l'est le plus.

» Dans le groupe de la Sibérie occidentale (2) les mois très-pluvieux sont véritablement réduits à trois, juin à août, qui sont presque aussi pluvieux les uns que les autres.

» Dans la Sibérie centrale et orientale, à Barnaoul et à Nertchinsk, on retrouve les cinq mois pluvieux de mai à septembre, mais le plus pluvieux est celui d'août. Treize mois d'observations à Yakoutsk indiquent un au-

tomne aussi pluvieux que l'été, et c'est en octobre 1837 qu'il est tombé le plus d'eau. Deux années à Ajansk, sur la mer d'Okhotsk, accusent six mois pluvieux, de mai à octobre; mais comme septembre est le plus pluvieux, l'automne l'est autant que l'été.

» En Chine, à Pékin, on retrouve la région de la Sibérie ouralienne, cinq mois pluvieux, de mai à septembre, avec celui de juillet pour le maximum d'eau. A Tien-Tsin, huit mois d'observations ont donné cinq mois pluvieux, de mai à septembre, celui d'août l'étant le plus. A Macao, la période des grandes pluies est plus longue; elle comprend les sept mois d'avril à octobre, dont deux très-pluvieux, mai et septembre, séparés par trois mois qui le sont moins, notamment juillet.

» En Cochinchine, à Saïgon, dix-huit mois d'observations ont donné une période très-pluvieuse de sept mois, de mai à novembre, celui de septembre étant le plus pluvieux.

» Pour les îles Asiatiques, situées en avant du continent, les séries sont peu longues. A Khakodadé, trois années d'observations indiquent une période pluvieuse de huit mois, de mai à décembre, aussi l'automne est-il fort pluvieux; le mois de juillet l'est beaucoup plus que les autres. A Yokohama, une année d'observations semble indiquer une période pluvieuse de sept mois, d'avril à octobre, avec celui de septembre comme le plus pluvieux. A Manille, cinq années d'observations établissent une période pluviale de sept mois, de mai à novembre, le mois d'août étant excessivement pluvieux.

» En résumé, la Sibérie, de l'Oural à Nertchinsk, dans le bassin de l'Amour, est caractérisée par un régime pluvial, présentant trois mois à pluies très-abondantes, juin, juillet et août. Bogoslowsk, station la plus septentrionale de la Sibérie ouralienne (451,0) fait exception par la prépondérance de pluies de juillet; et malgré les différences considérables de 81°20′ en longitude et de quantités annuelles d'eau, on retrouve la plus grande analogie de régime pluvial à Pékin (607,1) et à Khakodadé (1091,1).

» D'un autre côté, malgré la différence de 42 degrés en latitude et celle des quantités annuelles, il y a aussi une très-grande analogie de régime pluvial, caractérisé par la grande prépondérance des pluies d'août et de septembre, entre Ajansk sur la mer d'Okhotsk, par 56°27′ (874,3), et Manille, par 14°30′ (1751,0).

» Quant au double maximum de Macao, il est inexpliqué et unique jusqu'à présent.

» Ainsi, dans l'ancien continent, un même régime pluvial, caractérisé par la prépondérance des pluies d'été et la sécheresse de l'hiver le plus

souvent, s'étend du Pas-de-Calais à Nertchinsk et Pékin, et même à Khakodadé, dans le Japon septentrional, de 1 degré de longitude occidentale à 141 degrés de longitude orientale, c'est-à-dire sur 2 cinquièmes de la circonférence du globe, aux alentours de 50 degrés de latitude boréale. »

NOMENCLATURE SCIENTIFIQUE. — *Des emprunts faits par le français à la langue arabe*. Réponse à une Communication de M. *Roulin*, du 26 juin 1871, par **M. L.-Am. Sédillot.**

« Les nouvelles remarques de M. Roulin prouvent que j'ai frappé juste, en exprimant le vœu qu'une meilleure part fût faite aux étymologies arabes dans nos grands dictionnaires de la langue française.

» I. En ce qui concerne la *nomenclature scientifique*, tout le monde est d'accord; pour l'astronomie, les mathématiques, la médecine, la chimie, etc., nous sommes tributaires des Arabes; M. Roulin insiste sur son observation relative à l'astrolabe; mais personne ne peut supposer *que les Arabes en auraient été de tous points les inventeurs*, et qu'ils auraient donné à cet instrument un nom pris dans la langue; nous avons nous-même décrit l'*astrolabe* de Ptolémée, qui se rapprochait beaucoup des *armilles* (1). En ce qui concerne les Arabes, le dictionnaire de Trévoux, que cite M. Roulin, ne reproduit pas exactement le passage de Dherbelot, qui s'exprime ainsi : *Il y en a pourtant parmi eux assez d'ignorants pour donner à l'astrolabe une origine arabique* (2). Ce qui est certain, c'est que les astrolabes grecs ne nous sont pas parvenus et que nous possédons des astrolabes arabes d'une perfection rare (3).

» II. En dehors du terrain scientifique, M. Roulin craint qu'on ne se laisse abuser par un faux air de ressemblance, pour rattacher quelques termes « *à une racine arabe* »; le même écueil peut se produire s'il s'agit de les rattacher « *à une racine latine* ». Pourquoi faire venir *lézine* (qu'on écrit lésine, lésinerie, lésiner), du mot italien *lesina*, alène de cordonnier, et ne pas indiquer la racine arabe, *lezina : se pressit; angustia et difficultas vitæ*

---

(1) Mémoire *sur les instruments astronomiques des Arabes* (t. I des *Mémoires des savants étrangers*, imprimés par l'Académie des Inscriptions, p. 153).

(2) *Bibliothèque orientale*, p. 141.

(3) *Voyez* la description que nous avons donnée de l'*astrolabe* d'Abd-ul-Aïma, dans le tome IX des *Annales de l'Observatoire de Paris;* des *astrolabes* du baron Larrey, du feu duc d'Orléans, de la Bibliothèque nationale, etc., dans nos *Matériaux pour servir à l'histoire des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*, t. I, p. 341 et suiv.

[Golius (1), p. 2125]; *indigence, scarcity, a life of distress* (Richardson (2), p. 812)? Pourquoi faire dériver *fadeur* de *fatuus*, et ne pas citer le verbe arabe *fadar*, qui a la même signification? Pourquoi établir une distinction entre aide et aides, qu'on peut, il est vrai, rattacher au latin : *adjuvare* (adjuhda); mais je ne doute pas, avec M. Narducci (3), que le singulier comme le pluriel n'ait été emprunté au verbe arabe *Ada, opem tulit*.

» III. M. Roulin ne voit pas un seul des termes de chasse, qui ne puisse trouver son équivalent dans la langue latine: chasse, *captare;* meute, *motus;* laisse, *laxus;* cor, *cornu;* fanfare, *tarantara;* curée viendrait de *cuir* (le cuir tout sanglant de la bête), et hallali, des trois interjections ha! la! li! Nous préférons de beaucoup les racines arabes : *cascia*, chasser (4), *mœta*, troupe allant et venant, excitant les chevaux (5); *lezz*, tenir en main; *korr*, cor de chasse; *fanchara*, fanfares (6); *kureh*, action dévorer; *hallali*, chant d'allégresse (qui rappelle l'*Alleluia* des Hébreux), etc. Le public savant sera sans doute de notre avis, et n'admettra pas les trois interjections ha! la! li! A quelle racine latine serait-il possible de rapporter *bois, forêt, fourré*, etc.?

» IV. Pour les termes de marine, même observation : M. Roulin cite l'opinion de M. Dozy, qui fait venir *felouque* de Harraca; je suis un des admirateurs du savant orientaliste de Leyde, mais je ne crois pas à son infaillibilité; M. Roulin, s'il était Espagnol, reconnaîtrait bien vite que l'ouvrage de feu Engelmann, revu par M. Dozy, est encore très-incomplet; on ne peut nier d'ailleurs la parfaite compétence de M. Narducci qui n'hésite pas à reconnaître l'origine arabe de *felouque, corvette, caravelle, câble, calfat*, etc (7). *Estacade*, de même qu'*estrade, estrapade, estafilade, esta-*

---

(1) *Lexicon arabico-latinum*, 1653.

(2) *A Dictionnary persian, arabic and english*, London, 1806.

(3) *Segondo saggio di voci italiane derivate dell' Arabo*, 1863, p. 7: Aita, lat. *auxilium;* gr. Βοήθεια; Pihan, lo fa derivare da *Aïda*, ar. Il verbo quiescante *ada*, significa *juvit, opem tulit*.

(4) *Ibid.*, p. 12: *caccia*, lat. venatus, venatio; gr. κυνεγία, θήρα, dal verbo quiescente, *cascia : insecutus, prosecutus fuit* o dal verbo sardo kazza *aggredi*. (Catalogo des voces castellanas puramente arabigas, p. 53.) Vulgarmente dicesi in arabo *casscia*, il cacciare.

(5) Golius, p. 2241; Richardson, p. 949.

(6) Narducci, *ibid.*, p. 17.

(7) *Saggio*, t. I, p. 42, 48, 50, 52; t. II, p. 18 : d'accord avec Joao de Sousa (*Vestigios da lingoa arabica em Portugal*).

fette, estaminet, etc., appartient à la dixième forme des verbes arabes, qui indique le lieu où une action se passe, une qualité, le but qu'on se propose d'atteindre. — La remarque de M. Roulin sur l'état de la navigation *à l'époque de la conquête de la Gaule* ne change rien à la question; il est bien certain que les Arabes ont dû faire des emprunts aux peuples qui les avaient précédés; mais une fois maîtres de la marine des Alexandrins, en possession des côtes d'Afrique, d'Espagne, des grandes îles de la Méditerranée, ils ont fait de cette mer *un lac arabe*, à une époque où la France était plongée dans la barbarie. « Au XI[e] siècle, dit Sismondi (1), c'était » par les ports de mer des Provençaux que toutes les marchandises du » Levant et du Midi destinées à la France entraient dans le royaume; » Marseille, Arles, Avignon, Montpellier, Toulouse étaient les étapes accou- » tumées des marchands sarrazins, et les deux peuples n'avaient point conçu » l'un pour l'autre l'horreur qu'a inspirée plus tard aux Européens la pira- » terie universelle des Barbaresques ou le danger de la peste. »

» V. Continuons : La plupart des termes de guerre sont arabes, personne ne le conteste; M. Roulin se demande si ces longs développements peuvent trouver place dans les dictionnaires généraux, qui doivent contenir tous les mots de la langue française et sont soumis à la double condition de n'être pas trop volumineux, ni d'un prix très-élevé. Il ajoute : « Je ne » vois dans le glossaire de MM. Engelmann et Dozy rien qui ne me confirme » dans l'idée que M. Littré a été bien renseigné sur les étymologies arabes. » Je regrette que M. Roulin n'ait pas pu consulter la *Revue orientale* d'avril 1870, et surtout les auteurs qui y sont mentionnés; il aurait à coup sûr modifié ses impressions premières; on lit au mot *garder :* picard, *warder;* wallon, *wardé;* prov. esp. ital,. *guardar;* haut.-all., *warten*; il n'aurait pas fallu beaucoup de place pour ajouter : ar., *vard*, qui est très-probablement la véritable étymologie; on peut en dire autant de *guet, guetter*. Au mot *corvada*, qu'on rencontre dans un capitulaire de Charlemagne, on aurait pu indiquer le terme arabe *corveh*, qui a la même signification (Golius, p. 1899); les Musulmans, qui occupaient la Gaule méridionale depuis près d'un siècle, imposaient aux habitants des *corvées* que nous appelons aujourd'hui des *réquisitions*, et il ne serait pas surprenant qu'on leur eût emprunté ce mot. — M. Narducci (*ibid.*, p. 28) fait remarquer que *marciare* (*marcher*) est arabe; ce terme joint à l'interjection *Allez! Allez!* (*Allah! Allah!*) nous explique comment le verbe irrégulier *aller* s'est introduit dans notre langue. Quand

(1) *Histoire des Français*, t. IV, p. 490.

Froissard (*Addit.*, p. 128; c. 635, p. 214) se sert de ces expressions : « Allez ! » allez ! traitre ! » et rappelle le *grand Meschef* de la cité de Limoges, il parle arabe (1).

» VI. Au point de vue historique, on ne doit pas oublier que la langue française, dont on fait remonter les premières traces au traité de Verdun (843), ne se forma véritablement qu'au commencement du XIe siècle; M. Roulin ne nie pas que l'arrivée à Paris de la reine Constance n'ait introduit à cette époque le *beau langage*, partie essentielle de la *courtoisie*, et les belles manières; mais je n'ai rien dit, comme il le suppose, de l'adoucissement des mœurs. La reine Constance avait pu recevoir *comme un reflet* de la magnificence de la cour de Cordoue, mais elle avait toute la férocité des Arabes qui faisaient bon marché de la vie humaine, lorsqu'elle arrachait les yeux de son père spirituel et le faisait brûler vif. M. Roulin croit que l'influence arabe ne fut pas de longue durée; il ne s'est pas rendu compte assurément des faits compris dans l'exposé historique de notre précédente Communication (2). On voyait encore, il y a quelques années dans le village de Saint-Pierre, sur le grand Saint-Bernard, des inscriptions arabes que la sotte curiosité des touristes a fait disparaître; un des honorables confrères de M. Roulin, M. E. Blanchard, dans un récent et curieux article sur la *Haute-Engadine* (3), rapporte qu'au Xe siècle, les Sarrazins, maîtres des passages des Alpes, ayant épousé des filles du pays, se fixèrent dans la vallée de l'Inn; qu'on croit en trouver l'indice dans le nom d'une famille, *Saraz*, et dans le nom de la commune de Pontresina, qu'il faudrait interpréter *Pons Sarracenorum*, pont des Sarrazins. Ampère fils (4) reconnaissait que les mots arabes introduits dans la langue française méritaient quelque attention, mais il ne faisait qu'effleurer la question.

» Que résulte-t-il des considérations qui précèdent? qu'il existe dans les grands dictionnaires de la langue française un *desideratum* regrettable; je me suis borné à quelques indications, qu'il serait facile de multiplier. De même que l'école de Bagdad a conservé et développé les connaissance des écoles d'Athènes et d'Alexandrie, de même nous avons hérité de la civilisation des Arabes. Je ne suis pas le seul ni le premier qui ait reconnu et proclamé qu'*ils ont été en tout nos maîtres*. En appelant l'attention de l'Académie sur ce sujet

(1) *Revue orientale*, avril 1870, p. 167.

(2) *Comptes rendus*, 8 mai 1871.

(3) *Revue des Deux Mondes*, du 1er décembre 1870, p. 524.

(4) *Histoire de la formation de la langue française*, p. 355; Paris, 1869 : le mot *bazar* n'est ni turc, ni arabe, mais bien d'origine persane.

intéressant, nous n'avons déclaré la guerre à personne, et nous protestons contre les expressions d'*assertion mal fondée* et d'*accusation injuste*, dont on s'est servi à notre égard. »

M. E. **Bazin** prie l'Académie de vouloir bien ouvrir un pli cacheté, déposé par lui dans la séance du 10 juillet.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note relative à une machine d'induction magnéto-électrique : elle est accompagnée de figures, nécessaires à l'intelligence du texte, et qui ne peuvent être reproduites au *Compte rendu*. Dans sa lettre de ce jour, l'auteur fait remarquer que l'idée première de sa machine est analogue à celle de la machine présentée récemment à l'Académie par M. *Gramme :* il voulait, en outre, appliquer aux machines d'induction les avantages du contact d'une armature sur les pôles d'un aimant, et du roulement de cette armature sur ces mêmes pôles. Il reconnaît qu'il n'a pu, jusqu'ici, arriver à aucun commencement sérieux d'exécution, et que la machine de M. Gramme présente d'ailleurs le grand avantage d'offrir une combinaison très-ingénieuse pour recueillir les courants induits.

M. D. **de Orueta** adresse, de Malaga, la description et la photographie d'un poisson appartenant au genre *Tetrodon*, dont l'espèce semble notablement différente de toutes les espèces du même genre qui ont été décrites. Cette espèce, recueillie dans les parages de Malaga, y paraît être très-rare : on n'a pu jusqu'ici en obtenir que deux individus, ayant 50 à 60 centimètres de longueur.

Ces pièces seront soumises à l'examen de M. Milne Edwards.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et de Zoologie, par l'organe de son doyen, **M. Milne Edwards**, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante, dans son sein, par le décès de M. *Longet* :

En première ligne	**M. Lacaze-Duthiers.**
En deuxième ligne	**M. P. Gervais.**
En troisième ligne (ex æquo), *et par ordre alphabétique*. .	**M. C. Dareste.** **M. Alphonse Milne Edwards.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 juillet 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées par le Directeur de l'Observatoire. Observations, t. XXIII, 1867. Paris, 1871; in-4°.

Annales de la Société entomologique belge, t. I à XIII. Bruxelles, 1867 à 1869; 13 vol. in-8°.

Origine nouvelle du choléra asiatique ou début et développement en Europe d'une grande épidémie cholérique; par M. J.-D. Tholozan. Paris, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le concours Bréant, 1871.)

Des complications cardiaques dans la variole, et notamment de la myocardite varioleuse; par MM. L. Desnos *et* H. Huchard. Paris, 1871; br. in-8°. (Adressé par les auteurs au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Entretiens familiers sur l'hygiène; par M. J.-B. Fonssagrives, quatrième édition. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

L'Éducation physique des garçons, ou avis aux familles et aux instituteurs sur l'art de diriger leur santé et leur développement; par M. J.-B. FONSSAGRIVES. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

Le rôle des mères dans les maladies des enfants; par M. J.-B. FONSSAGRIVES, deuxième édition. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

L'éducation physique des jeunes filles, ou avis aux mères sur l'art de diriger leur santé et leur développement; par M. J.-B. FONSSAGRIVES, troisième édition. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

La vaccine devant les familles; par M. J.-B. FONSSAGRIVES, deuxième édition. Paris, 1871; br. in-12.

Livret maternel pour prendre des notes sur la santé des enfants (sexe masculin et sexe féminin); par M. J.-B. FONSSAGRIVES. Paris, 1869; 2 br. in-8°.

(Ces sept derniers ouvrages sont adressés par M. Fonssagrives au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Catalogue des Cryptogames recueillis aux Antilles françaises en 1868 *et essai sur leur distribution géographique dans ces îles; par* M. T. HUSNOT. Caen, 1870; br. in-8°.

Énumération des Lichens récoltés par M. Husnot aux Antilles françaises; par M. W. NYLANDER. Caen, 1869; br. in-8°.

Énumération des Champignons récoltés par M. T. Husnot *aux Antilles françaises en* 1868; *par* M. ROUSSEL. Caen, 1870; br. in-8°.

Hepaticæ Galliæ. Herbier des Hépatiques de France, publié par MM. T. HUSNOT, LAMY *et l'abbé* PUGET. Cahan, par Athis (Orne), sans date; in-8° cartonné.

Musci Galliæ. Herbier des Mousses de France, publié par M. T. HUSNOT, fascicules I à V (n°s 1 à 250). Cahan, par Athis (Orne), sans date; 5 cartons in-4°.

(Ces cinq derniers ouvrages sont adressés par M. T. Husnot au concours Desmazières, 1871.)

Astronomical... *Observations astronomiques, magnétiques et météorologiques faites à l'Observatoire royal de Greenwich pendant l'année* 1868. Londres, 1870; in-4° relié.

Medico-chirurgical... *Transactions médico-chirurgicales publiées par la Société royale médicale et chirurgicale de Londres,* t. LIII, 2e série. Londres, 1870; in-8° relié.

General... *Table générale des cinquante-trois premiers volumes des Transactions médico-chirurgicales publiées par la Société royale médicale et chirurgicale de Londres*. Londres, 1871; in-8° relié.

The... *Journal de la Société de chimie, août* 1870 *à avril* 1871. Londres, 1870-1871; neuf n^os^ in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale de géographie*, t. XIV, n°s 3 et 4. Londres, 1870; deux n^os^ in-8°.

Memoirs... *Mémoires de la Société royale astronomique*, t. XXXVII, 1re et 2e parties, 1868-1870; t. XXXVIII, 1870. Londres, 1869 à 1871; 3 vol. in-4° avec planches.

The... *Journal et transactions pharmaceutiques*, n°s 6 à 9, 3e série, août 1870; n°s 36 à 44, mars et avril 1871. Londres, 1870-1871; 3 br. in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale astronomique*, t. XXVIII à XXX. Londres, 1868 à 1870; 3 vol. in-8°.

A general... *Table générale des vingt-neuf premiers volumes des Notices mensuelles de la Société royale astronomique*. Londres, 1870; in-8°.

Quarterly Weather... *Rapport trimestriel publié par le Bureau météorologique, avec des tables des pressions barométriques et des températures pour l'année* 1869, parties 1 à 4, janvier à décembre 1869. Londres, 1870; 4 vol. in-4°.

Barometer... *Manuel barométrique du Bureau du commerce, publié par ordre du Comité météorologique; par* M. Robert-H. SCOTT. Londres, 1871; in-8°.

Report... *Rapport du Comité météorologique de la Société royale pour l'année finissant au* 31 *décembre* 1869, *présenté aux deux chambres du Parlement par ordre de Sa Majesté*. Londres, 1870; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXVI, 1re partie. Édimbourg, 1869-1870; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg, session* 1869-1870. Édimbourg, 1869-1870; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société géologique d'Édimbourg*, t. I, 3e partie. Édimbourg, 1870; in-8°.

The... *Journal de la Société royale de Dublin*, n° 39. Dublin, 1870; in-8°.

Sopra... *Sur la construction des engrenages à axes non concurrents; par* M. D. TESSARI. Turin, 1871; br. in-8°.

Sulla... *Mémoire sur la nouvelle géométrie des complexes; par* M. D. CHELINI. Bologne, 1871; in-4°.

Sulla... *Sur la composition géométrique des systèmes de droites, d'aires et de points; par* M. D. CHELINI. Bologne, 1870; in-4°.

Bollettino... *Bulletin météorologique et astronomique de l'Observatoire royal de l'Université de Turin,* quatrième année. Turin, 1870; in-4° oblong.

Observatoire astronomique de l'Université de Turin. Observation de l'essaim des étoiles filantes du 12-14 *novembre* 1869. Turin, 1870; in-4° oblong.

Appendice... *Appendice au tome IV des Actes de l'Académie royale des Sciences de Turin.* Turin, 1869; in-8°.

Atti... *Actes de l'Académie royale des Sciences de Turin,* t. V, *novembre* 1869 *à juin* 1870; 5 br. in-8°.

Notizia... *Notice historique sur les travaux faits par la classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Académie royale des Sciences de Turin dans les années* 1864 *et* 1865; *par* M. A. SOBRERO, secrétaire adjoint de la classe. Turin, 1869; in-8°.

Elenchus operum scriptorumque editorum ab Academiæ Cæsaræ Leopoldino-Carolinæ Germaniæ naturæ curiosorum. Legitimo præside Ludovico REICHENBACH. Dresdæ, 1870; in-8°. (Trois exemplaires.)

ERRATA.

(Séance du 17 juillet 1871.)

Page 151, ligne 18, *au lieu de* régime conforme, *lisez* régime uniforme.

Page 152, ligne 3, *au lieu de* couche, *lisez* tranche.

Page 153, équation (20), *au lieu de* $\frac{\chi}{\omega}\frac{F}{\rho g}$, *lisez* $\frac{\chi}{\omega}F$.

Page 223, ligne 11, *après les mots* minimum moyen $-0°,7$; *ajoutez :* la *troisième*, du 7 au 14 janvier, minimum moyen $+0°,3$.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JUILLET 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur le principe de la moindre action; Cas des systèmes à liaisons complètes.* Deuxième addition au Mémoire lu devant l'Académie, dans la séance du 12 juin 1871 (*); par **M. J.-A. Serret.**

« 1. Le principe de la moindre action ne concerne que les systèmes dans lesquels le nombre des liaisons est inférieur de deux unités au moins au nombre des coordonnées des corps. Le cas de $n = 2$, que je me propose d'examiner ici, peut donc être regardé comme celui des *systèmes à liaisons complètes*, au point de vue des propriétés relatives à la moindre action.

» Dans ce cas, le nombre des fonctions $X_{i,\lambda}$ se réduit à deux, et, comme λ est toujours alors égal à 1, je supprimerai ce deuxième indice. Ainsi, en conservant toutes les notations de mon Mémoire, on aura

$$(1) \qquad \alpha_1 = X_1 \varpi, \quad \alpha_2 = X_2 \varpi,$$

et les fonctions X_1, X_2 seront liées entre elles par l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial T}{\partial q'_1} X_1 + \frac{\partial T}{\partial q'_2} X_2 = 0.$$

(*) *Voir* le tome LXXII des *Comptes rendus*, p. 697, et le tome LXXIII, p. 145.

» Le déterminant X a pour valeur

$$(3)\qquad X = q'_2 X_1 - q'_1 X_2,$$

et, à cause de la formule (2), on trouve, en faisant usage de la propriété des fonctions homogènes,

$$(4)\qquad X_1 = \frac{1}{2T}\frac{\partial T}{\partial q'_2} X, \quad X_2 = -\frac{1}{2T}\frac{\partial T}{\partial q'_1} X.$$

» Quant à l'invariant Δ de la force vive, il a pour expression

$$(5)\qquad \Delta = \frac{\partial^2 T}{\partial q'^2_1}\frac{\partial^2 T}{\partial q'^2_2} - \left(\frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_2}\right)^2,$$

et, si l'on pose

$$(6)\qquad \Theta = \sqrt{\frac{\Delta}{2T}}\,X,$$

la quantité que j'ai désignée par 2B aura pour valeur

$$2B = \left(\Theta \frac{d\varpi}{dt}\right)^2,$$

en sorte que l'expression de la variation du deuxième ordre de l'intégrale V est, dans le cas qui nous occupe,

$$(7)\qquad \delta^2 V = \int_{t_0}^{t_1} \left(\Theta \frac{d\varpi}{dt}\right)^2 dt.$$

» L'équation différentielle qu'il faut joindre à l'équation (2) pour déterminer les fonctions inconnues X_1, X_2 est fournie par la formule (49) ou par la formule (51) de mon Mémoire; cette équation est la suivante :

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} &\left(\frac{\partial^2 T}{\partial q'^2_1} X_1 + \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_2} X_2\right)\frac{d^2 X_1}{dt^2} + \left(\frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_2} X_1 + \frac{\partial^2 T}{\partial q'^2_2} X_2\right)\frac{d^2 X_2}{dt^2} \\ &\quad + (G_{1,1} X_1 + G_{2,1} X_2)\frac{dX_1}{dt} + (G_{1,2} X_1 + G_{2,2} X_2)\frac{dX_2}{dt} \\ &\quad\quad + [L_{1,1} X_1^2 + (L_{1,2} + L_{2,1}) X_1 X_2 + L_{2,2} X_2^2] = 0; \end{aligned}\right.$$

mais on a, par les formules (4) et (6),

$$(9)\qquad X_1 = \frac{1}{\sqrt{2T\Delta}}\frac{\partial T}{\partial q'_2}\Theta, \quad X_2 = -\frac{1}{\sqrt{2T\Delta}}\frac{\partial T}{\partial q'_1}\Theta,$$

et, en transportant ces valeurs de X_1, X_2 dans l'équation (8), on obtient, après la suppression du facteur Θ commun à tous les termes, l'équation différentielle du deuxième ordre en Θ

$$(10)\qquad \frac{d^2\Theta}{dt^2} + K\Theta = 0.$$

» Cette équation détermine Θ en fonction du temps et de deux constantes arbitraires; on en conclut immédiatement ensuite, par les équations (6) et (9), le déterminant X et les fonctions X_1, X_2. Quant au coefficient K, en faisant usage des équations différentielles du mouvement, il est facile de lui donner la forme suivante :

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} K = &-\frac{1}{\sqrt{\Delta}}\frac{d^2\sqrt{\Delta}}{dt^2} + \frac{1}{2T\Delta}\frac{d\left(\mathfrak{L}_1\frac{\partial T}{\partial q'_1} + \mathfrak{L}_2\frac{\partial T}{\partial q'_2}\right)}{dt} \\ &-\frac{1}{2T\Delta}\left(\mathfrak{L} + 2\mathfrak{L}_1\frac{\partial U}{\partial q_1} + 2\mathfrak{L}_2\frac{\partial U}{\partial q_2}\right) + \frac{3}{4T^2\Delta}\mathfrak{M}^2 - \frac{1}{2T\Delta}\mathfrak{N}, \end{aligned}\right.$$

où l'on a fait, pour abréger l'écriture,

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{L} = &\frac{\partial^2 T}{\partial q_1'^2}\left(\frac{\partial T}{\partial q_2}\right)^2 - 2\frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q'_2}\frac{\partial T}{\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q_2} + \frac{\partial^2 T}{\partial q_2'^2}\left(\frac{\partial T}{\partial q_1}\right)^2 \\ &+ 2\frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2}\frac{\partial T}{\partial q_2} - 2\frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_1}\frac{\partial T}{\partial q_2} \\ &- 2\frac{\partial^2 T}{\partial q'_2\,\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2}\frac{\partial T}{\partial q_1} + 2\frac{\partial^2 T}{\partial q'_2\,\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_1}\frac{\partial T}{\partial q_1} \\ &+ \frac{\partial^2 T}{\partial q_1^2}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_2}\right)^2 - 2\frac{\partial^2 T}{\partial q_1\,\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2} + \frac{\partial^2 T}{\partial q_2^2}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_1}\right)^2, \\ \mathfrak{L}_1 = &-\frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q'_2}\frac{\partial T}{\partial q_2} + \frac{\partial^2 T}{\partial q_2'^2}\frac{\partial T}{\partial q_1} - \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2\,\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2} + \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2\,\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_1}, \\ \mathfrak{L}_2 = &\frac{\partial^2 T}{\partial q_1'^2}\frac{\partial T}{\partial q_2} - \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q'_2}\frac{\partial T}{\partial q_1} + \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2} - \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1\,\partial q_2}\frac{\partial T}{\partial q'_1}, \\ \mathfrak{M} = &\frac{\partial T}{\partial q'_1}\frac{\partial U}{\partial q_2} - \frac{\partial T}{\partial q'_2}\frac{\partial U}{\partial q_1}, \\ \mathfrak{N} = &\left(\frac{\partial T}{\partial q'_1}\right)^2\frac{\partial^2 U}{\partial q_2^2} - 2\frac{\partial T}{\partial q'_1}\frac{\partial T}{\partial q'_2}\frac{\partial^2 U}{\partial q_1\,\partial q_2} + \left(\frac{\partial T}{\partial q'_2}\right)^2\frac{\partial^2 U}{\partial q_1^2}. \end{aligned}\right.$$

» 2. *Application au mouvement elliptique des corps célestes.* — Nous supposerons que q_1 et q_2 désignent deux coordonnées rectangulaires d'une planète, situées dans le plan même de l'orbite. Alors on pourra faire

$$(13)\qquad 2T = q_1'^2 + q_2'^2;$$

et l'on aura

$$\frac{\partial T}{\partial q'_1} = q'_1, \quad \frac{\partial T}{\partial q'_2} = q'_2, \quad \frac{\partial T}{\partial q_1} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial q_2} = 0,$$

puis

$$\Delta = 1,$$

et

$$\mathfrak{L} = 0, \quad \mathfrak{L}_1 = 0, \quad \mathfrak{L}_2 = 0.$$

» Le coefficient K se réduit donc à

$$(14)\qquad K = \frac{3\left(q'_1 \frac{\partial U}{\partial q_2} - q'_2 \frac{\partial U}{\partial q_1}\right)^2}{(q'^2_1 + q'^2_2)^2} - \frac{q'^2_1 \frac{\partial^2 U}{\partial q_2^2} - 2 q'_1 q'_2 \frac{\partial^2 U}{\partial q_1 \partial q_2} + q'^2_2 \frac{\partial^2 U}{\partial q_1^2}}{q'^2_1 + q'^2_2}.$$

» Soient r le rayon vecteur de la planète, e l'excentricité de l'orbite elliptique, a le demi-grand axe et n le moyen mouvement; on aura

$$(15)\qquad U = \frac{n^2 a^3}{r},$$

puis

$$(16)\qquad q_1 q'_2 - q_2 q'_1 = na^2\sqrt{1 - e^2}, \qquad q'^2_1 + q'^2_2 = \frac{n^2 a^2 (2a - r)}{r}.$$

» Au moyen de ces formules, on trouve facilement l'expression suivante de K :

$$(17)\qquad K = n^2 \frac{a^3}{r^3} - 3n^2 \frac{a^5(1 - e^2)(a - r)}{r^4(2a - r)^2}.$$

» 3. Pour intégrer l'équation (10), il est nécessaire de la transformer. Soient v l'*anomalie vraie* de la planète, et ψ l'*anomalie vraie* du point de l'ellipse diamétralement opposé au lieu de la planète; c'est l'angle ψ qu'il convient de choisir ici pour variable indépendante.

» On a, par la théorie du mouvement elliptique,

$$dt = \frac{r^2 dv}{na^2\sqrt{1 - e^2}}, \qquad r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e\cos v};$$

en outre, les anomalies v, ψ, sont liées entre elles par la relation

$$(18)\qquad \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}v \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\psi = -\frac{1 + e}{1 - e};$$

on conclut facilement de là

$$(19)\qquad dv = \frac{2a - r}{r}\, d\psi, \qquad dt = \frac{2ar - r^2}{na^2\sqrt{1 - e^2}}\, d\psi.$$

» Cela posé, je ferai

$$(20)\qquad \Theta = \sqrt{2ar - r^2}\,\Omega,$$

d'où il résulte

$$(21)\qquad \frac{d^2\Theta}{dt^2} = \frac{n^2 a^4(1 - e^2)}{2ar - r^2}\left[\frac{1}{\sqrt{2ar - r^2}} \frac{d^2\Omega}{d\psi^2} - \Omega \frac{d^2 \frac{1}{\sqrt{2ar - r^2}}}{d\psi^2}\right];$$

on trouve d'ailleurs, par les formules précédentes,

$$(22)\qquad \sqrt{2ar - r^2}\, \frac{d^2 \frac{1}{\sqrt{2ar - r^2}}}{d\psi^2} = \frac{(2a - r)^2}{a(1 - e^2)r} - \frac{3a(a - r)}{r^2} - 1,$$

et en portant les valeurs que nous venons de trouver dans l'équation (10), celle-ci devient

$$\frac{d^2\Omega}{d\psi^2} + \Omega = 0. \tag{23}$$

» Soit ψ_0 la valeur de l'anomalie ψ à l'époque $t = t_0$, limite inférieure de l'intégrale que nous voulons considérer; l'intégrale générale de l'équation (23) sera

$$\Omega = \frac{\Omega_0}{\sin g} \sin(\psi - \psi_0 + g), \tag{24}$$

Ω_0 et g étant les deux constantes arbitraires introduites par l'intégration; la première de ces arbitraires est évidemment la valeur de Ω à l'époque t_0. Comme on a

$$X = na(2a - r)\Omega, \tag{25}$$

si l'on veut revenir au déterminant X et que l'on désigne par X_0, r_0 les valeurs de X, r pour $t = t_0$, on aura, au lieu de la formule (24),

$$X = \frac{X_0}{\sin g} \frac{2a - r}{2a - r_0} \sin(\psi - \psi_0 + g). \tag{26}$$

» Il est évident qu'on peut toujours ramener l'angle arbitraire g entre les limites $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$. D'après cela, si g est négatif et égal à $-\gamma$, le temps croissant à partir de t_0, le déterminant X s'annulera pour $\psi = \psi_0 + \gamma$, γ étant $< \frac{\pi}{2}$. Mais si l'on donne à g une valeur positive, X ne s'évanouira qu'à l'instant où l'on aura

$$\psi = \psi_0 + \pi - g.$$

» Et, puisque g est arbitraire, on peut lui supposer une valeur aussi petite que l'on voudra, pourvu cependant que cette valeur ne soit pas zéro. Si donc on désigne par $t_0 + \tau$ la valeur du temps t lorsque l'anomalie ψ devient égale à $\psi_0 + \pi$, on pourra assigner aux fonctions X_1, X_2 des valeurs finies qui n'annulent le déterminant X pour aucune valeur de t comprise entre t_0 et t_1, pourvu que l'on ait $t_1 < t_0 + \tau$, et, en conséquence, l'intégrale V sera un minimum. Cette conclusion s'accorde avec les considérations générales que j'ai présentées dans ma Note du 17 juillet.

» L'intervalle de temps τ, pendant lequel le principe de la moindre action subsiste certainement, d'après mon analyse, répond à un arc d'ellipse qui peut être inférieur, égal ou supérieur à la moitié de l'orbite. L'origine a de cet arc ayant été choisie à volonté, pour avoir son extrémité α il suffit simplement de mener la corde $a\alpha$ par le *deuxième* foyer de l'ellipse. »

ASTRONOMIE. — *Note sur la comète périodique de d'Arrest;* *par* **M. Yvon Villarceau.**

« Depuis vingt-cinq ans environ, l'Astronomie s'est enrichie de la découverte de nombreuses comètes périodiques; l'intérêt qui s'attache à ces astres atteint, s'il ne dépasse, celui qu'ont fait naître les nombreuses petites planètes découvertes pendant le même laps de temps. C'est qu'en effet la grande inégalité des distances auxquelles les comètes se trouvent du Soleil, dans les diverses régions de leurs orbites, est de nature à mettre en évidence, avec le temps, l'influence du milieu éthéré sur leurs mouvements, si cette influence est appréciable. Toutefois un semblable résultat ne pourra être obtenu qu'au moyen d'une grande persistance de la part des astronomes qui se livreront aux calculs des perturbations; les observateurs eux-mêmes ne devront pas céder au découragement, à la suite de recherches infructueuses poursuivies pendant des mois entiers. De nos jours, les astronomes ont perdu les traces de deux comètes périodiques, celles de Vico et de Biéla : les causes qui ont produit, sous nos yeux, le dédoublement de la dernière n'en auraient-elles pas produit plus tard la dispersion? Ces deux comètes ont-elles simplement éprouvé des diminutions d'éclat, dues à des causes inconnues et qui n'agiraient que passagèrement; de telle sorte qu'on ne dût pas perdre l'espoir de les retrouver? C'est ce qu'on ignore entièrement. Les circonstances dans lesquelles le retour de la comète de d'Arrest a été observé, à la fin du mois d'août dernier, nous paraissent dignes de toute l'attention des astronomes, et de nature à encourager à la fois les astronomes calculateurs et les observateurs. Cette comète a failli avoir le sort des comètes de Biéla et de Vico : grâce à la persévérance de M. Winnecke, il en a été autrement.

» Je demande à l'Académie la permission de retracer, en quelques lignes, l'histoire de la comète de d'Arrest, afin de montrer les écueils que l'on rencontre dans la poursuite des comètes périodiques et la nécessité de ne pas se laisser aller au découragement.

» Découverte dans le courant de l'été 1851, la comète de d'Arrest a été observée jusqu'au 6 octobre de la même année. Dès le premier mois, j'avais pu reconnaître avec certitude que la durée de sa révolution était d'environ six années, et par l'ensemble d'observations qui embrassaient un intervalle d'un peu plus de trois mois, j'avais fixé le retour au périhélie à la fin de 1857. Une éphéméride ayant été préparée en conséquence, il fut aisé de reconnaître que le retour ne pourrait être observé dans notre hémisphère : heureusement il existait au moins un observatoire anglais dans l'hémi-

sphère austral, et M. Maclear, prévenu à temps, a pu retrouver la comète au cap de Bonne-Espérance. Les observations de M. Maclear lui ont valu le prix d'Astronomie que notre Académie accorde aux découvertes des comètes; ces observations ont montré que le retour au périhélie n'était en désaccord avec le calcul que d'un demi-jour : un tel résultat était aussi satisfaisant qu'il fût permis de l'espérer. La durée de la révolution, et, par suite, le demi-grand axe de l'orbite, se trouvant dès lors connus avec une suffisante exactitude, j'ai pu effectuer le calcul des perturbations entre les deux apparitions de 1851 et 1857, et corriger les éléments déduits de la première apparition. Toutefois les résultats du calcul restent encore affectés d'une légère indétermination, telle que la longitude moyenne ε de l'époque, par exemple, contient une partie indéterminée $\delta\varepsilon$, dont j'ai fixé les limites à $-14''$ et $+22''$: les autres éléments sont des fonctions de cette indéterminée; l'indétermination ne peut être levée que par de nouvelles observations.

» Pour préparer ces observations, il a fallu calculer les perturbations jusqu'en 1864, année du retour suivant de la comète à son périhélie. Or ces perturbations ont été très-considérables, surtout en 1862, où la comète s'est approchée de Jupiter jusqu'à une distance égale aux *trois-dixièmes* de la distance du Soleil à la Terre : elles ont eu pour résultat, entre autres, d'augmenter la durée de la révolution de *plus de deux mois*. Le calcul des perturbations a été fait en attribuant la valeur zéro à l'indéterminée $\delta\varepsilon$. Or, à une aussi faible distance de Jupiter, les perturbations ainsi calculées ne pouvaient-elles pas être affectées d'erreurs provenant de l'impossibilité d'appliquer à $\delta\varepsilon$ sa véritable valeur ? Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point.

» Quoi qu'il en soit, une éphéméride a été préparée pour les observations à tenter en 1864. En cette année, les conditions d'élongation et de distance à la Terre se sont trouvées très-défavorables : à la rigueur, on ne devait pas renoncer à découvrir la comète, avec la grande lunette qui a permis de constater en Amérique la réalité de l'existence du compagnon de Sirius. Toutefois est-il que les tentatives faites pour la retrouver n'ont eu aucun succès. Ce résultat entrevu ne me découragea pas; au contraire, il m'imposa l'obligation d'examiner de plus près tout ce qui se rapporte aux grandes perturbations produites par Jupiter. Dans ce but, je me proposai de calculer, de 1859 à 1862, les perturbations correspondantes aux deux valeurs limites de l'indéterminée $\delta\varepsilon$; comme, d'autre part, les premiers calculs avaient présenté de grandes difficultés, à cause de l'intervalle de vingt jours que présentent les éphémérides allemandes employées aux calculs

des perturbations, je me décidai à effectuer une partie des calculs de dix en dix jours. Mais les travaux de géodésie astronomique dont j'étais alors chargé ayant pris une certaine extension, je dus songer, pour éviter des retards, à faire exécuter, par un des jeunes calculateurs de l'Observatoire, le plan que je m'étais tracé. Il y avait d'ailleurs à cela un avantage : celui de répandre à l'Observatoire la pratique du calcul des perturbations. M. G. Leveau, alors attaché au Bureau des calculs et actuellement astronome-adjoint, accepta de se charger du travail et l'exécuta avec un très-grand soin.

» Les variations des effets des perturbations et celles correspondantes de l'indéterminée ε se sont trouvées très-sensiblement proportionnelles; ce qui a offert une vérification de l'exactitude des calculs effectués de vingt en vingt jours à l'époque des grandes perturbations. Les calculs ayant été poursuivis jusqu'à l'année 1870, M. Leveau en a déduit quelques positions géocentriques de la comète, correspondantes aux valeurs limites de l'indéterminée : ayant reconnu qu'elles ne différaient que de 2 à 3 minutes de celles obtenues en faisant $\delta\varepsilon$ nul, M. Leveau a dû se borner au calcul d'une éphéméride unique pour la recherche de la comète en 1870.

» Supposant, suivant l'usage, l'intensité de l'éclat de l'astre en raison inverse des carrés des distances de la comète au Soleil et à la Terre, et ayant égard aux élongations, M. Leveau a pu émettre l'opinion que la comète se présenterait, en 1870, dans d'excellentes conditions de visibilité. Aussi prit-il le parti de calculer une éphéméride s'étendant du 31 janvier à la fin de 1870. Cette éphéméride a été publiée par notre savant Correspondant M. Peters, dans son journal les *Astronomische nachricten* (n° du 24 septembre 1869), et ainsi portée, en temps utile, à la connaissance des observateurs.

» D'après l'expression admise de l'intensité d'éclat, la comète devait présenter, au commencement de mai 1870, la visibilité qu'elle possédait encore à l'époque où M. Maclear cessa de l'observer au cap de Bonne-Espérance en 1858. On pouvait ainsi raisonnablement espérer de découvrir la comète, avec le grand télescope de l'Observatoire de Marseille, bien avant le commencement de mai. L'époque théorique du maximum d'éclat devait avoir lieu dans la deuxième semaine de septembre. Ne recevant de Marseille que des renseignements négatifs au sujet des recherches qui y avaient été entreprises, on commençait à désespérer de retrouver la comète de d'Arrest, lorsque le dernier numéro du journal de M. Peters, qui a pu pénétrer à Paris lors de l'investissement, est venu nous rendre un peu d'espoir. M. Winnecke y annonçait avoir observé, le 31 août, à Carlshrue, une nébulosité dans le voisinage du lieu attribué à la comète de d'Arrest par l'éphé-

méride de M. Leveau : il n'avait pas été possible à M. Winnecke, ce jour-là, de reconnaître si l'objet aperçu était une nébuleuse ou la comète; le ciel s'était couvert presque aussitôt.

» Après le premier siége de Paris, parmi les premiers envois d'ouvrages scientifiques qui nous sont parvenus, se trouve le numéro des *Montly Notices* de la Société royale astronomique de Londres (séance du 10 février 1871). Ce numéro contient une énumération des comètes découvertes en 1870; on y lit :

« Comète III de 1870 (comète périodique de d'Arrest), découverte par le Dr Winnecke, le 31 août. »

» Malgré l'autorité qui s'attache aux publications de la Société royale astronomique, on pouvait conserver quelques doutes en l'absence d'observations de la comète. M. Winnecke était loin d'être affirmatif dans la Communication insérée au journal de M. Peters; on n'avait reçu aucune nouvelle confirmative de l'Observatoire de Marseille; d'ailleurs les communications rétablies avec l'Allemagne ne nous avaient apporté aucun document nouveau. Une Lettre que M. G. Leveau vient de recevoir de M. Winnecke lève toute espèce de doute (1). Cette Lettre contient deux séries d'observations faites à Carlshrue, lesquelles seront sans doute communiquées à l'Académie, et montreront que l'orbite obtenue il y a une dizaine d'années représente les observations à un petit nombre près de minutes d'arc. Ce résultat est extrêmement satisfaisant, si l'on se rappelle, d'une part, que la comète a subi des perturbations considérables, dont il était impossible de fixer exactement la vraie valeur; d'autre part, que les éléments de 1857 restent encore affectés d'une légère indétermination.

» La Lettre de M. Winnecke signale une particularité très-digne de remarque. Avant son passage au périhélie, la comète a été effectivement très-faible, ce qui suffit à expliquer l'inutilité des tentatives faites pour la retrouver avant cette époque; puis elle a acquis rapidement un éclat qu'elle paraît avoir conservé assez longtemps. On a souvent écrit, et l'on répète encore, que les comètes acquièrent tout leur éclat après leur passage au périhélie. Bien que cette assertion puisse être considérée comme générale, on ne saurait nier qu'elle s'appliquât particulièrement aux comètes dont les orbites sont très-allongées, les seules que l'on connût à l'époque où cette assertion s'est produite; mais on ne devait pas s'attendre à ce que le phénomène de la variation d'éclat, due aux inégalités de distance au Soleil,

(1) *Voir*, à la *Correspondance*, la Note de M. Leveau, p. 331.

fût aussi prononcé pour les comètes dont les orbites sont relativement peu excentriques.

» Les circonstances de l'apparition de la comète de d'Arrest, en 1870, devront mettre en garde les observateurs, au sujet des indications fournies par une théorie fort imparfaite des variations d'éclat des comètes.

» Par l'exposé qui précède, on reconnaîtra la nécessité de ne pas se lasser de poursuivre de longs et pénibles calculs, et de ne pas abandonner trop tôt les recherches dans le ciel, si l'on veut conserver à la science les comètes périodiques dont l'intérêt a été accru pendant ces dernières années par la présomption d'une origine commune avec les essaims d'étoiles filantes. De toutes les comètes périodiques qui n'ont pas cessé de nous revenir, la comète d'Arrest est peut-être la plus intéressante au point de vue des perturbations : je ne crois pas qu'aucune autre ait été suivie aussi près de Jupiter.

» Nous sommes persuadé que l'Académie aura appris avec satisfaction que la comète périodique de d'Arrest n'a pas eu, pour les astronomes, le sort des comètes de Vico et de Biéla. »

PHYSIQUE. — *Deuxième Mémoire sur la décoloration des fleurs et des feuilles par les décharges électriques; par* M. BECQUEREL. (Extrait par l'auteur.)

« Dans le précédent Mémoire, présenté à l'Académie le 10 juillet dernier (1), sur la décoloration des fleurs et de certaines feuilles colorées sur une de leurs faces, par des décharges électriques, même très-faibles, nous avons dit que les effets produits étaient les mêmes, en général, à quelques différences près cependant, que ceux que l'on obtient en les plongeant dans de l'eau à 100 degrés, et même, pour certaines espèces, à une température au-dessous, sans entrer toutefois dans aucun détail à cet égard. Nous avons étudié de nouveau cette question, pour montrer les différences existant entre ces deux modes d'action et mettre en évidence de nouveaux rapports entre la chaleur et l'électricité, deux agents qui produisent souvent des effets physiques et chimiques semblables, probablement en raison d'une origine commune.

» Tous les phénomènes qui ont été décrits dans le précédent Mémoire paraissent être dus à la diffusion des liquides colorés, renfermés dans les cellules des pétales des fleurs, à travers leurs parois, et qui ont éprouvé des

---

(1) Page 65 de ce volume.

lésions provenant d'actions physiques ou chimiques, lesquelles lésions ont altéré ou détruit leur organisation et donné lieu aux effets observés.

» Dans le but de comparer les effets de décoloration provenant de la chaleur d'une part, de l'électricité de l'autre, on a commencé par soumettre diverses espèces de fleurs rouges, bleues et jaunes, depuis une température de 12 à 15 degrés au-dessous de zéro jusqu'à 100 degrés au-dessus. Les pétales de ces fleurs ont d'abord été introduits dans des tubes que l'on a plongés dans un milieu réfrigérant, et on les y a laissés pendant une demi-heure. Les fleurs rouges ont pris une teinte violette plus ou moins foncée. Nous citerons notamment le pavot (coquelicot), les roses ordinaires ayant une teinte violacée, les roses trémières, etc., etc. Il paraîtrait donc que, par l'effet de la congélation, les enveloppes des cellules ont été altérées; il y a eu diffusion à l'extérieur du liquide coloré, destruction en partie de la couleur rouge, prédominance de la couleur bleue, qui a fini par devenir sensible à tel point que l'on apercevait çà et là des traces de bleu. Le pavot et la rose trémière, du reste, sont des fleurs qui présentent à un degré bien marqué ces effets remarquables de changement de couleur.

» Les feuilles de *begonia discolor*, colorées en rouge violacé en dessous, soumises à un refroidissement semblable, éprouvent des effets du même genre : altération des cellules, infiltration de la matière colorante sur la face verte, qui prend la même teinte que celle de dessous. Peu à peu le vert de cette dernière se manifeste, et il arrive un instant où les deux faces de la feuille présentent la même teinte. L'action continuant, la couleur de la chlorophylle finit par disparaître en partie.

» A zéro, les fleurs précédemment mentionnées et les feuilles de bégonia ne paraissent éprouver aucune altération; il en est de même, en élevant successivement la température jusqu'à 50 degrés; de 50 à 60 degrés, la décoloration commence à se manifester, très-faiblement d'abord, par un reflet violacé blanchâtre dans les fleurs rouges; la limite varie suivant la nature de la matière colorante : dans le pavot, la couleur devient d'abord légèrement violette, s'affaiblit peu à peu, puis à 100 degrés la décoloration est complète dans la plupart des fleurs.

» On voit donc que l'abaissement de température au-dessous de zéro et l'élévation au-dessus d'une certaine limite, produisent les mêmes effets, c'est-à-dire altération des enveloppes des cellules qui renferment la matière colorante, diffusion du liquide coloré et décoloration successive jusqu'à ce qu'elle soit complète.

» Lorsque les fleurs ont pris une teinte rouge-violacée par élévation ou

abaissement de température, si on les plonge dans l'eau légèrement acidulée par un acide faible, tel que l'acide acétique, elles ne tardent pas à reprendre leur couleur rouge primitive. Si on les met, au contraire, en contact avec de l'eau contenant des traces d'ammoniaque, elles prennent une teinte violette foncée. En opérant de la même manière avec du papier teint avec le liquide extrait de la fleur de pavot, les effets sont les mêmes, si ce n'est que l'eau alcalisée le rend plus sensiblement bleu qu'il n'était auparavant. On est donc porté à admettre que la diffusion du liquide coloré a lieu sous l'influence d'une température élevée ou très-basse, et que ce liquide, dans son contact avec les sucs environnants, éprouve dans sa composition une modification semblable à celle qui a lieu lors de la réaction de l'eau alcalisée sur la couleur rouge du pétale.

» Si l'on passe de ces expériences à celles qui sont relatives aux décharges électriques opérées avec la machine électrique ordinaire ou l'appareil d'induction, on trouve que les effets produits ont la plus grande ressemblance avec les précédents. On a soumis à l'expérience les mêmes fleurs, afin de rendre la comparaison plus facile; avec de faibles décharges, les fleurs rouges, telles que celles du pavot, prennent une teinte légèrement violacée; mais, si l'on cesse aussitôt l'électrisation et qu'on les mette en contact avec de l'eau distillée, elles se décolorent peu à peu et finissent par devenir tout à fait blanches et même translucides, après un temps plus ou moins long, suivant l'intensité et la durée de l'action électrique; la matière colorante a donc été enlevée par l'eau, qui est teinte en violet; mais si, au lieu de cesser l'électrisation, on la continue, la fleur se décolore complétement. On voit par là que non-seulement les cellules ont reçu une atteinte profonde dans leur organisation, d'où est résultée une mort plus ou moins lente, mais qu'il s'opère, en continuant les décharges, une décomposition de la matière colorante; les fleurs ont donc été en quelque sorte foudroyées, bien que la quantité d'électricité ait été quelquefois très-faible.

» Mais quelle est la nature de l'altération produite par l'électricité dans les cellules par suite de laquelle il y a diffusion et altération du liquide coloré qui se trouve dans ces cellules? On ne saurait le dire, car le microscope n'indique aucune altération organique apparente. La cause qui maintient les cellules à l'état normal est tuée par l'électricité, comme elle l'est par une température inférieure même à 100 degrés et un refroidissement qui ne dépasse pas 12 à 15 degrés au-dessous de zéro. La différence qui existe entre ces deux modes d'action consiste en ce qu'une décharge électrique très-faible, telle que celle qui provient de l'électricité produite par

le frottement d'un tube de verre avec une étoffe de laine, suffit quelquefois pour détruire l'organisation des cellules.

» Lorsqu'on triture dans un mortier d'agate, avec une très-petite quantité d'eau, des pétales de pavot rouge-orangé, on détruit les cellules et l'on en extrait, par une légère pression, au lieu d'un liquide rouge, un liquide coloré en violet, ayant la même teinte que celle que prend le pétale électrisé : on peut en conclure que l'on produit dans les deux cas le même genre d'altération, c'est-à-dire la destruction des cellules et un changement dans la composition de la matière colorante.

» En soumettant à des décharges électriques du papier teint avec le liquide retiré des pétales et humide, l'électricité ne lui fait éprouver d'abord aucun changement dans sa coloration; ce n'est que quelque temps après que le papier se décolore peu à peu, et que la matière colorante est décomposée.

» Les fleurs bleues et même jaunes ne se comportent pas précisément comme les fleurs rouges ou violettes ayant une teinte rouge; l'électricité agit lentement sur leurs pétales pour détruire la matière colorante, mais non pour rendre très-soluble, dans l'eau, cette matière, quand elle est légèrement impressionnée par l'électricité. Parmi les exemples que nous pourrions citer, nous mentionnerons :

» 1° La clématite, bleu foncé, dont la matière colorante, quand elle a éprouvé un commencement de décomposition, est à peine soluble dans l'eau, comme cela a lieu avec les fleurs rouges;

» 2° La fleur de capucine, rouge-orangé, dont la matière jaune, après l'électrisation, se dissout très-difficilement dans l'eau, perd sa couleur rouge et conserve sa couleur jaune.

» L'électricité agit donc, dans les phénomènes que l'on vient de décrire, comme force physique pour détruire les cellules, et comme force chimique pour décomposer les couleurs des fleurs, notamment les couleurs rouges.

» Notre confrère, M. Chevreul, a fait une étude approfondie de la composition de la couleur des fleurs et des rapports existant entre les matières colorantes; on trouvera dans le Mémoire quelques détails à cet égard. MM. Fremy et Cloëz ont fait également des recherches sur le même sujet, dont nous parlerons également. Nous ferons remarquer que, dans ces recherches, on n'a employé que des réactions chimiques pour produire les effets dont il est question, tandis que nous, nous n'avons fait usage que de forces physiques.

» Il est probable que des effets physiques et chimiques d'une autre na-

ture, quoique ayant de l'analogie avec ceux-ci, doivent être également produits dans l'homme et les animaux, surtout dans les tissus les plus délicats de l'organisme, tels que ceux, par exemple, du système capillaire. Ce sont là des recherches importantes à faire, et qui intéressent les applications de l'électricité à la médecine. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur la Montebrasite; par* **M. DES CLOIZEAUX.**

« Le nouveau fluophosphate d'alumine, de soude et de lithine de Montebras (Creuse), dont je présente aujourd'hui à l'Académie l'analyse faite au laboratoire d'essai de l'École des Mines, sous la direction de M. Moissenet (1), offre, dans sa composition et dans quelques-uns de ses caractères physiques, certaines analogies avec l'amblygonite; mais il en diffère complétement par les proportions relatives de ses éléments constituants et par ses propriétés minéralogiques et optiques. Malheureusement, il ne s'est présenté jusqu'à ce jour qu'en masses laminaires possédant deux clivages en apparence également faciles inclinés entre eux d'environ 105 degrés, et traversées, suivant deux directions rectangulaires, par de nombreuses lames hémitropes, qui, en troublant leur transparence, rendent leur étude optique assez difficile. On reconnaît pourtant bien que, par rapport aux deux clivages de 105 degrés, le plan des axes optiques a une tout autre orientation que dans l'amblygonite, et que la dispersion *propre* de ces axes indique $\rho > \nu$, tandis que l'amblygonite offre $\rho < \nu$; mais la dispersion particulière aux cristaux à axes cristallographiques obliques, et qui paraît être ici la véritable dispersion *tournante*, ne me permet pas encore d'affirmer si le nouveau minéral doit être rapporté au système clinorhombique ou au système triclinique. J'espère être à même, d'ici à peu de temps, de communiquer à l'Académie le résultat des recherches entreprises, dès l'année dernière, pour arriver à résoudre cette question, et qui ont été interrompues par les malheureux événements que nous venons de traverser.

» Pour rappeler la provenance du nouveau fluophosphate, qui est abondamment disséminé, avec d'autres phosphates d'alumine, tels que *Wawellite* et *turquoise*, dans le gîte stannifère de Montebras, je propose de le désigner sous le nom de *Montebrasite*. »

(1) *Voir* plus loin, aux *Mémoires présentés*, p. 327.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Structure de la betterave;*
par **M. Thém. Lestiboudois.**

« La racine du *Beta vulgaris* (betterave), en raison de la place importante qu'elle a prise dans l'agriculture et dans l'industrie, a été souvent étudiée. Sa structure cependant nous semble n'avoir pas été bien appréciée; elle offre un type remarquable qu'il est utile de décrire.

» Cette espèce a plusieurs variétés, dont les racines diffèrent par leur couleur, passant du blanc au rose, à l'orangé ou au rouge intense; les unes restent enfoncées dans la terre, les autres s'élèvent au-dessus du sol; les unes sont exactement coniques, les autres un peu renflées à une certaine distance du collet. Elles présentent de petites saillies annulaires assez rapprochées dans la partie inférieure, presque effacées dans la partie supérieure; elles produisent un assez grand nombre de radicelles, qui naissent généralement sur ces saillies, rarement dans les sillons qui séparent ces dernières. Les radicelles naissent souvent sur deux lignes longitudinales qui correspondent aux cotylédons; leur nombre peut être si considérable que leur insertion détermine deux dépressions latérales sur la racine développée. Outre les radicelles, le caudex produit parfois quelques divisions assez fortes, et, quand il croît dans un terrain qui n'est pas ameubli, il se partage en plusieurs divisions considérables. La partie qui porte les feuilles dites *radicales*, ou le collet, a une longueur de plusieurs centimètres; elle constitue une véritable tige, terminée par un bourgeon qui ne s'allonge habituellement que pendant la deuxième année de la végétation.

» Si l'on fend verticalement cette tige raccourcie, on constate qu'elle contient un centre médullaire, large, peu régulier, parce qu'il est limité par des fibres qui se courbent pour former des feuilles rapprochées.

» Au-dessous de l'insertion des cotylédons le centre médullaire se rétrécit, et s'efface bientôt, parce que les faisceaux s'unissent par des fibres irrégulières, puis se soudent en un corps central.

» En dehors du corps central on voit des faisceaux fibro-vasculaires longitudinaux, séparés par des espaces médullaires, d'autant plus étroits qu'ils sont plus extérieurs; leur épaisseur diminue aussi de haut en bas.

» Les faisceaux longitudinaux fournissent des fibres transversales qui se rendent aux radicelles formées primitivement par de petits bourgeons tuberculiformes. Quelques-unes des fibres ne font que se courber, au lieu d'abandonner les faisceaux. En dehors des derniers faisceaux longitudinaux on ne trouve plus qu'une zone entièrement utriculaire.

» Telles sont les parties qu'on reconnaît par une coupe longitudinale d'une betterave mûre. Une section transversale fait bien apprécier leurs dispositions relatives. Si la coupe est faite immédiatement sous les feuilles, elle montre la moelle centrale élargie, plus bas la moelle rétrécie par des fibres qui passent d'un faisceau à l'autre, plus bas encore les faisceaux occupant le centre et faisant disparaître la moelle en se soudant.

» Quelquefois cependant les espaces médullaires qui séparent les deux faisceaux primitifs, et qui correspondent aux cotylédons et aux dépressions dans lesquelles naissent les plus nombreuses radicelles, ne s'effacent pas, et le centre reste médullaire jusque dans le bas de la racine.

» Autour du faisceau central est une zone pâle, devenant plus colorée et plus aréolaire en son bord extérieur. Plus en dehors sont des cercles de faisceaux séparés les uns des autres par des zones médullaires. Ces faisceaux sont composés d'une partie intérieure ou ligneuse formée de vaisseaux opaques, entourés de tissu fibreux un peu transparent et d'une partie extérieure, transparente, quelquefois séparée de la portion ligneuse par une trace étroite de tissu moins consistant, et représentant ainsi l'élément cortical. Entre les faisceaux sont des rayons ou prolongements médullaires se distinguant par leur couleur et leur défaut de transparence, s'étendant d'une zone médullaire à l'autre, ou semblant interrompus parce qu'ils sont transparents dans la région où la partie extérieure des faisceaux s'unit à la portion ligneuse. Les faisceaux fibro-vasculaires sont de plus en plus petits à mesure qu'ils sont plus extérteurs; à la périphérie ils n'ont plus qu'un point vasculaire à peine visible; même ils sont privés de vaisseaux et ne forment plus, par leur réunion, que des traces très-étroites de tissu transparent. Les zones médullaires qui séparent les faisceaux sont aussi de plus en plus étroites à mesure qu'elles sont plus extérieures. En dehors de la dernière trace transparente on ne rencontre qu'une zone uniforme, succulente, dans laquelle on ne reconnaît ni faisceaux fibreux, ni couches distinctes, ni prolongements médullaires. En un mot, elle ne réunit pas les éléments qui constituent une écorce complète.

» Ces dispositions rappellent tout à fait celles qu'on observe dans les Dicotylédonés que nous avons nommés *hétérogènes* (exemples : quelques espèces de *Bauhinia*, *Menispermum*, *Glycine*, *Gnetum*, *Zamia*, *Cycas*, *Avicennia*, les racines de *Caïnça*, de quelques Convolvulacées, etc.), c'est-à-dire des végétaux qui, au lieu de n'avoir qu'une zone d'accroissement dans laquelle se forment les éléments ligneux et corticaux, créent successivement des faisceaux nouveaux dans l'épaisseur même du parenchyme de

l'écorce, de telle sorte que leur caudex est composé de formations circulaires qui sont séparées par une zone médullaire et qui toutes conservent leur élément cortical et un accroissement propre; il n'a plus, conséquemment, à l'extérieur un système réunissant tous les éléments corticaux, mais une zone uniformément utriculaire.

» Si l'on suit tous les développements de la betterave, on peut constater, en effet, que des faisceaux nouveaux apparaissent dans le parenchyme, en dehors des faisceaux préexistants; on voit que leurs divers cercles de faisceaux sont séparés de ceux qui les ont précédés par une zone médullaire, qu'ils conservent leur élément cortical et qu'ils continuent de s'accroître, de manière que les faisceaux intérieurs ou les plus anciens ont des groupes vasculaires plus développés; enfin, à l'extérieur des faisceaux, on ne trouve qu'une simple zone de parenchyme.

» Étudions d'abord la plante dans la germination : le caudex embryonnaire s'allonge supérieurement pour rendre les cotylédons épigés, inférieurement pour s'enfoncer dans le sol; il est rouge dans la partie aérienne. Cette couleur disparaît insensiblement dans la partie souterraine (var. blanche), mais aucun caractère ne distingue le caudex ascendant du caudex descendant. Les cotylédons deviennent foliacés; la gemmule, d'abord peu apparente, produit deux feuilles primordiales, à bords révolutés, croisant les cotylédons, inégales parce qu'elles sont formées l'une après l'autre.

» Si l'on fend verticalement cette plantule, on voit que les faisceaux vasculaires sont écartés sous les cotylédons; puis ils se rapprochent si insensiblement qu'on peut dire difficilement où finit le centre médullaire : à un centimètre des cotylédons, les faisceaux sont soudés au centre. Une section transversale, faite au niveau de ce point, montre un faisceau central incomplétement divisé en deux parties; plus haut, deux faisceaux distincts, et sous les cotylédons quatre faisceaux, deux faisceaux s'étant formés entre les deux faisceaux primitifs pour constituer les expansions cotylédonaires. Les faisceaux vasculaires sont entourés d'une zone transparente blanche; plus en dehors, est un parenchyme composé de deux zones : l'intérieure est dense, succulente, rouge, rose ou blanche, selon les variétés; elle a son cercle intérieur obscur; la zone extérieure est lâche, composée d'utricules grands, vides, colorés en rose vers l'épiderme.

» La section transversale d'une plantule qui a deux feuilles de plus que la précédente fait voir qu'il s'est formé une trace de tissu transparent dans la zone intérieure du parenchyme cortical. Par des développements succes-

sifs, cette trace s'élargit, grandit, et finit par former un cercle complet qui sépare la partie la plus interne de la zone corticale du reste de cette zone, et qui produit bientôt des vaisseaux. Cette formation nouvelle est donc composée d'un cercle vasculaire et d'une zone transparente placée en dehors; elle est séparée de la formation centrale par une zone médullaire colorée ou obscure, qui était le cercle le plus intérieur du parenchyme cortical. En dehors de la formation nouvelle restent les deux zones du parenchyme cortical.

» En examinant une plantule qui avait quatre feuilles de plus que la précédente, nous avons trouvé le caudex hypocotylédonaire dépouillé de la zone extérieure du parenchyme cortical, n'en conservant que des lambeaux adhérant au collet. Sa section transversale montrait que, dans la zone corticale restant, s'était créé un nouveau cercle transparent, pourvu de groupes vasculaires à peine visibles et séparé de la deuxième formation par une zone colorée (var. rouge), qui formait précédemment le cercle intérieur du parenchyme cortical.

» Sur des plantules qui ont des feuilles plus nombreuses, on voit des prolongements médullaires qui partagent la zone transparente de chaque formation en faisceaux correspondant aux faisceaux ligneux; de nouvelles formations apparaissent dans le parenchyme extérieur, et les anciennes prennent de plus en plus de développement.

» Enfin, sur une betterave parvenue à la fin de sa végétation annuelle, nous comptons sept formations circulaires, outre la formation centrale. Les faisceaux de cette dernière, séparés non loin des feuilles, réunis dans la partie inférieure, sont allongés de dedans en dehors, divisés par des rayons médullaires, qui pénètrent irrégulièrement dans leur épaisseur, et qui quelquefois sont colorés et maintiennent quelques faisceaux séparés des autres. Ces faisceaux sont entourés d'une zone entièrement blanche (var. blanche) ou rouge dans sa moitié extérieure (var. rouge).

» Autour de la formation centrale sont les cercles de faisceaux formés successivement et séparés les uns des autres par des zones médullaires devenant de plus en plus étroites vers la périphérie. Entre ces faisceaux sont des rayons ou prolongements médullaires plus apparents dans les productions anciennes, rétrécis à leur partie moyenne, parce que les faisceaux sont élargis, paraissant parfois interrompus parce que cette partie moyenne reste transparente.

» Chaque faisceau est composé d'une partie intérieure ou ligneuse formée d'un groupe vasculaire bordé intérieurement de tissu transparent,

orangé (var. rouge) ou blanc (var. blanche), et d'une partie extérieure ou corticale, qui se distingue par sa transparence des circonférences, des rayons ou des prolongements médullaires. Elle peut se distinguer aussi par sa couleur : parfois, elle est orangée quand la zone médullaire est d'un rouge intense. La partie de ce tissu la plus rapprochée du groupe vasculaire est souvent plus transparente que le reste, et, quand les rayons sont interrompus, elle semble se joindre à celle des faisceaux voisins, de manière à indiquer un cercle d'accroissement continu. Le tissu qui se forme près du groupe vasculaire prend quelquefois une autre teinte, celle du rose par exemple, de sorte que la partie extérieure du tissu transparent semble séparée de la partie intérieure. Quelquefois cette partie colorée n'occupe que le centre du bord interne du tissu transparent; alors ce bord est un peu en croissant, comme dans beaucoup de faisceaux corticaux.

» La partie corticale et la partie ligneuse des faisceaux sont d'autant plus allongées diamétralement et d'autant plus divisées qu'elles appartiennent à des formations plus anciennes. Ainsi les groupes vasculaires de la première formation circulaire, qui originairement n'étaient que des points arrondis, ont grandi diamétralement et sont bitrifurqués. Dans les cercles extérieurs, les groupes vasculaires sont en séries simples de moins en moins développées : dans le cercle antépénultième, les vaisseaux ne forment qu'un groupe arrondi; dans le pénultième, ils ne sont qu'un point obscur, et les faisceaux sont si rapprochés que quelques-uns paraissent unis; mais, d'espace en espace, on rencontre des rayons assez larges, s'étendant de la circonférence médullaire externe à l'interne. Dans le dernier cercle, les faisceaux sont très-petits, très-rapprochés, presque confondus; les uns ont un point vasculaire apparent, d'autres n'en sont pas encore pourvus. Ce dernier cercle est souvent interrompu; parfois les portions qui le composent tiennent par une extrémité au cercle transparent intérieur; parfois, enfin, elles ne sont que des traces d'une finesse extrême apparaissant dans la zone corticale. Celle-ci reste étroite et homogène et n'a pas l'apparence d'une écorce complète.

» La betterave qui se développe pendant la deuxième année (juin), et dont les tiges montent pour devenir séminifères, a des dispositions absolument semblables à celles que nous venons de décrire; seulement, les formations vasculaires sont plus nombreuses : sur l'échantillon que nous examinons, nous comptons dix formations vasculaires; celles qui sont les plus extérieures ont les mêmes caractères que celles qui occupaient la périphérie précédemment, et ces dernières ont acquis du développement.

» L'étude microscopique des diverses parties qui composent la betterave justifie pleinement les dénominations que nous leur avons données.

» La moelle qui existe dans la partie supérieure du caudex hypocotylédonaire est formée d'utricules d'abord transparents, puis aréolaires, dilatés, disposés sans ordre.

» Les faisceaux ligneux sont formés de vaisseaux grands, flexueux, à lames spiralées, plus ou moins anastomosés, unis par du tissu aréolaire ou par du tissu fibreux, blanc, parfois un peu orangé (var. rouge), un peu transparent, composé d'utricules allongés, arrondis ou quadrangulaires, étroits, à extrémités arrondies ou à peine aiguës, unies bout à bout, ou placées dans l'intervalle de deux utricules; à parois très-minces, peu apparentes dans la coupe longitudinale, souvent couvertes d'une matière très-finement granuleuse.

» Les rayons médullaires sont formés d'utricules disposés en rangées transversales; ils sont cubiques, quelquefois un peu plus hauts que larges, rarement un peu allongés transversalement; leurs parois sont obscures.

» Les parties transparentes qui représentent les faisceaux corticaux et qui se trouvent placées en dehors et vis-à-vis des faisceaux ligneux sont formées d'utricules allongés comme ceux du tissu fibreux, mais ces utricules vont en s'élargissant vers l'extérieur et deviennent d'autant plus dilatés qu'ils sont plus voisins de la zone médullaire. On ne voit pas dans ces faisceaux transparents des tubes longs, effilés aux extrémités, comme dans certaines fibres corticales; mais beaucoup de racines charnues ont les faisceaux corticaux formés d'utricules assez courts et arrondis aux extrémités. Nous avons vu, d'ailleurs, que les utricules du tissu fibreux des faisceaux ligneux n'affectent pas non plus la forme des tubes ni des clostres.

» Les prolongements médullaires qui séparent les parties corticales des faisceaux sont formées d'utricules semblables à ceux des rayons médullaires vis-à-vis lesquels ils sont placés et avec lesquels ils se confondent.

» Les zones médullaires qui séparent les formations circulaires qui se succèdent sont formées d'utricules obscurs, arrondis, dilatés, distribués sans ordre, rouges, roses ou blancs, suivant les variétés.

» La zone corticale dans laquelle s'engendrent successivement les cercles vasculaires est homogène, assez dense, succulente, pâlissant à l'intérieur dans les variétés colorées, devenant obscure dans la variété blanche; elle est composée d'utricules allongés, souvent à quatre angles, à extrémités arrondies, unies bout à bout; leurs parois sont épaisses, obscures aux lignes

de jonction, couvertes d'une matière granuleuse, représentant un noyau dans la coupe transversale.

» Les traces transparentes qui se forment dans la zone corticale, non loin de son bord intérieur, et dans lesquelles doivent s'engendrer les vaisseaux, sont formées d'utricules allongés, à extrémités un peu arrondies, à parois très-minces, enduites d'une substance mucilagineuse, ayant au centre une très-petite cavité pleine de matière plus obscure, qui, dans la coupe transversale, représente un noyau peu visible; en un mot, ces utricules sont semblables à ceux du tissu fibreux du faisceau ligneux et à ceux du faisceau cortical, dont il est l'origine.

» La zone de tissu coloré ou obscur qui est séparée de la zone corticale par le tissu transparent qui se forme dans cette dernière a la même organisation que la zone corticale elle-même. Mais ses utricules se dilatent par le développement de la zone médullaire dont elle est le commencement. La zone extérieure du parenchyme cortical, qui se détruit promptement, est formée d'utricules grands, dilatés, quelquefois pourvus d'un noyau granuleux, confusément distribués, rosés ou décolorés, séparés par des lacunes. L'épiderme est formé d'utricules minces, aplatis, quadrangulaires ou hexagones, colorés ou décolorés.

» Ainsi l'opinion que nous avons émise sur la nature de chacune des parties de la betterave est confirmée par leur constitution anatomique, et l'on doit considérer comme conforme aux faits la manière dont nous avons envisagé la structure générale de la racine de cette plante. Elle produit d'une manière continue de nouveaux faisceaux fibro-vasculaires dans le parenchyme cortical, en dehors de l'interstice d'accroissement; la zone extérieure est uniformément utriculaire, elle ne réunit pas les éléments d'une écorce complète. Les faisceaux nouveaux entourent les anciens et en sont séparés par la partie du parenchyme cortical placée en dedans de la formation nouvelle; tous les faisceaux anciens conservent leur élément cortical et s'accroissent, après qu'ils ont été enfermés par les faisceaux extérieurs; les formations circulaires acquièrent ainsi une largeur d'autant plus grande qu'elles sont plus intérieures, et toutes contiennent des tissus récents; c'est, sans doute, à cette circonstance qu'est due la grande proportion de sucre que contient cette racine, et la difficulté de la conserver. Tous les caractères que nous venons de résumer sont ceux qui distinguent les hétérogènes. Une seule différence existe entre la betterave et les hétérogènes les plus connus, c'est qu'ils sont ligneux et ont une durée prolongée, tandis que la betterave est bisannuelle.

» La betterave se distingue au premier coup d'œil des racines charnues qui, comme la carotte, ont une écorce bien séparée du système central par l'interstice d'accroissement, et formée d'un large parenchyme, de prolongements médullaires très-distincts et de faisceaux transparents, d'une grande étendue diamétrale. Mais toutes les racines charnues n'ont pas une écorce aussi caractérisée. Dans le *Raphanus* (var. rouge) par exemple, elle est assez mince, et ses faisceaux sont peu apparents; elle reste toutefois séparée du système central par un cercle d'accroissement bien marqué quand la végétation est active, et, lorsqu'on la sépare, on voit qu'elle a des faisceaux mal limités, mais pourtant distincts. En outre, les faisceaux ligneux ne s'accroissent plus dès qu'ils sont entourés de tissus plus récents.

Dans la variété noire du *Raphanus,* les fibres ligneuses, disposées en cercles assez réguliers, imitent les formations circulaires de la betterave; mais elle a une écorce dont les faisceaux sont parfaitement distincts, quand on les observe sur une racine bien fraîche; ils correspondent aux faisceaux ligneux, et toutes leurs divisions correspondent exactement aux divisions de ces derniers. Les groupes vasculaires intérieurs ne sont donc pas accompagnés de l'élément cortical, et il n'y a d'autre accroissement que celui qui s'opère dans l'interstice unique placé entre les deux systèmes.

» Dans la variété du *Beta,* dite *Bette* ou *Poirée,* dont la racine n'a que quelques centimètres de diamètre, il est difficile de discerner l'organisation qui a été décrite. Toutefois on parvient à la reconnaître.

» La structure qu'on observe dans le caudex hypocotylédonaire du *Beta vulgaris* ne se continue pas, au moins d'une manière nette, dans son caudex hypercotylédonaire. Lorsque, dans la deuxième année, ou par précocité dans la première, il s'élance pour devenir florifère, il constitue une tige forte, rameuse, munie de cinq côtes extrêmement saillantes, ayant une moelle très-large, blanche, aréolaire, un peu fistuleuse au centre, succulente, verdâtre, tendant au rose dans sa partie extérieure. Son système ligneux est composé de cinq faisceaux isolés, correspondant aux sinus profonds qui séparent les côtes des tiges, et, plus en dehors, d'un cercle de faisceaux ligneux, serrés, étroits, verdâtres, ou un peu roses; en quelques points, ce cercle est interrompu; il est séparé de l'écorce par une zone incomplétement transparente, mal limitée, élargie en quelques points. Ces parties élargies sont parfois divisées par des séries de petits faisceaux ligneux, rangés en lignes, tenant par une extrémité au cercle ligneux principal ou entièrement séparées, et semblant annoncer un commencement de l'accroissement hétérogène observé dans la racine. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois et de la végétation spéciale qui les caractérise; par* **M. Ch. Martins.**

« Lorsque je vis pour la première fois, en 1859, la végétation de la tourbière qui occupe la vallée des Ponts, à 1000 mètres au-dessus de la mer, dans le Jura neuchâtelois, je crus avoir de nouveau sous les yeux l'aspect des paysages de la Laponie, que j'avais visitée vingt ans auparavant. Non-seulement les espèces, mais même les variétés, étaient identiques. Plusieurs séjours successifs dans le châlet hospitalier de mon ami le professeur Desor, situé près de l'extrémité méridionale de la tourbière, me permirent de confirmer ce premier aperçu, que je complétai en étudiant les tourbières voisines de Noiraigues, à 720 mètres, et de la Brevine, à 1030 mètres d'altitude. Comme terme de comparaison, je visitai ensuite les tourbières de Gaiss, dans le nord de la Suisse, à 900 et 1000 mètres au-dessus de la mer.

» Un sol imperméable que les eaux ne puissent pas traverser, telle est la condition première de la formation d'une tourbière. Dans le Jura, les couches calcaires brisées, là où elles se relèvent, sont perméables au plus haut degré, car on y remarque des cavités en forme d'entonnoir, appelées *emposieux,* où les eaux s'engouffrent et reparaissent, sous forme de sources abondantes, dans les vallées inférieures. Exemples : la source de Noiraigues, celles de l'Areuse, de l'Orbe, de la Birse, etc. Mais le fond de la vallée est occupé par une couche d'argile siliceuse, qui ne saurait provenir de la décomposition des couches calcaires : elle est le produit de la trituration des roches siliceuses, feldspathiques et alumineuses que l'ancien glacier du Rhône a semées en profusion dans le Jura; cette argile siliceuse est de la *boue glaciaire.* Il en est de même aux environs de Gaiss, dans le canton d'Appenzell. La roche dominante est la nagelflue polygénique de la molasse, composée en grande partie de cailloux calcaires impressionnés; mais la contrée est couverte par l'erratique de l'ancien glacier du Rhin : cet erratique a fourni la boue glaciaire argileuse qui, revêtant toutes les dépressions du sol, même sur des pentes fort inclinées, les a converties en tourbières ou prairies marécageuses. D'une manière générale, on peut affirmer que beaucoup de tourbières, en Europe, se rattachent au phénomène glaciaire; elles sont, en effet, communes dans le domaine des anciens glaciers, depuis la Laponie jusqu'aux Pyrénées. Dans les Vosges, en Suisse, en Piémont, en Lombardie, les anciennes moraines, arrêtant les cours

d'eau, et la boue glaciaire, rendant le sol imperméable, ont déterminé la formation de lacs, de marais et de tourbières. Je ne connais pas celles des plaines du nord-ouest de la France et de l'Allemagne, mais je crois qu'elles mériteraient d'être étudiées sous ce point de vue.

» L'examen de la végétation des tourbières jurassiques vient confirmer les inductions tirées de la géologie. Sur un nombre total de 180 espèces phanérogames dont elle se compose, il y en a d'abord 70 qui sont arctiques, c'est-à-dire vivant encore actuellement en pleine période glaciaire. Cette période, que les latitudes moyennes de l'hémisphère septentrional ont traversée jadis, persiste en Europe, au Spitzberg, au nord du 75e degré de latitude; en Asie, à la Nouvelle-Zemble, au nord du 70e degré; au Groënland et dans l'Amérique arctique, au nord du 60e degré. Quoique, dans ces pays, les glaciers forment une mer de glace, dont les émissaires descendent jusqu'au niveau de l'Océan, une humble végétation se maintient dans les parties non recouvertes par la glace : ainsi, le Spitzberg compte 93 plantes phanérogames; la Nouvelle-Zemble, à peu près autant, et le Groënland, 320. Dans un travail d'ensemble, le Dr Edouard de Martens fait monter à 422 le nombre total des espèces arctiques phanérogames des trois parties du monde.

» Si l'on étudie la distribution géographique des 120 autres espèces de plantes phanérogames qui croissent habituellement dans les tourbièrres jurassiques, mais qui ne se trouvent pas dans les régions arctiques, on est frappé de ce résultat, que toutes, la *Swertia perennis* exceptée, font partie de la flore scandinave, et que la plupart s'avancent même jusqu'en Laponie et ne s'arrêtent qu'au cap Nord, c'est-à-dire au 71e degré. Ainsi donc, *toutes* les plantes de tourbières jurassiques sont, ou scandinaves, ou scandinaves et arctiques à la fois; or si la Laponie n'appartient pas à la zone arctique proprement dite, si l'on ne saurait la considérer comme étant encore en pleine période glaciaire, cependant son climat est très-favorable au développement des glaciers, qui descendent souvent à quelques centaines de mètres seulement au-dessus de la mer, quoique les montagnes soient peu élevées. Presque toutes les plantes arctiques y prospèrent également. De cette *identité* de la flore des tourbières jurassiques avec la flore scandinave, je conclus à *l'identité* d'origine. Si cette flore a surtout persisté dans les tourbières, c'est que ce terrain humide, spongieux et froid, est celui qui se rapproche le plus de la nature du sol en Laponie, qui, tourbeux dans toutes les dépressions, est toujours et partout abreuvé d'eau glaciale ou pénétré d'humidité.

» Mais, dira-t-on peut-être, la flore des tourbières n'a pas un caractère arctique et scandinave qui lui soit spécial : ce caractère est celui de la flore générale de la chaîne jurassique, depuis le groupe de la Grande-Chartreuse jusqu'aux environs de Bâle. Je me suis fait cette objection. Pour y répondre, j'ai pris dans la *Phytostatique du Jura*, de Thurmann, la liste de 142 espèces montagneuses, c'est-à-dire vivant dans la zone altitudinale des tourbières, mais sur des terrains secs et non tourbeux. De ces 142 espèces, 66 seulement, moins de la moitié, sont scandinaves. Prenant ensuite les 97 plantes alpestres, c'est-à-dire celles qui s'élèvent sur les sommets culminants, à 1600 mètres environ, je n'en trouve plus que 29, c'est-à-dire un tiers environ qui habitent la Scandinavie. Ces deux flores non tourbeuses ne présentent donc point le caractère exclusivement scandinave de la flore tourbeuse; leur origine est complexe, se rattache à d'autres migrations végétales et non point uniquement à l'époque où le Jura, comme la Scandinavie, étaient envahis par d'immenses glaciers, entourés d'une végétation qui a persisté dans les stations où le sol et le climat ne se sont pas assez modifiés pour entraîner la disparition des espèces contemporaines de l'époque glaciaire. »

M. Is. Pierre résume comme il suit les observations qu'il avait présentées, le 17 juillet, à propos de la Communication de *M. Dubrunfaut*, sur les phénomènes de la fermentation :

« Plus la température est élevée, plus la fermentation est active et rapide, plus est considérable la production des alcools supérieurs (amylique et butylique), et par suite plus doit être sensible le déficit du rendement en alcool vinique.

» Lorsque, au contraire, la température est aussi basse que possible, comme dans la fermentation des jus de pommes tardives, c'est à peine s'il se produit des alcools butylique et amylique, mais il peut encore se produire de l'alcool propylique. Le déficit en alcool ordinaire est donc alors moins sensible, surtout en se rappelant que l'alcool propylique est compté comme alcool ordinaire dans les essais. J'ai été à même d'observer ce dernier cas, il y a trois ans, en examinant les produits de la distillation de 5 à 6000 hectolitres de cidre.

» Dans le cas des fermentations vives et rapides, à une température élevée, le déficit en alcool vinique pourrait s'expliquer par cette double cause : outre la production des alcools amylique, butylique, etc., il doit y avoir

élimination d'eau, puisque la formule générale

$$n C^{12} H^{12} O^{12} = 4 C^{2n} H^{2n+2} O^2 + 4n CO^2 + 4(n-2) HO,$$

qui peut expliquer la transformation du sucre, donne alors, en y supposant $n = 4$,

$$4 C^{12} H^{12} O^{12} = 4 C^8 H^{10} O^2 + 16 CO^2 + 8 HO,$$

et, en y supposant $n = 5$,

$$5 C^{12} H^{12} O^{12} = 4 C^{10} H^{12} O^2 + 20 CO^2 + 12 HO,$$

qui exprime cette *élimination d'eau* dont on n'avait pas songé à tenir compte. Ainsi, la portion de sucre qui subit l'une ou l'autre de ces transformations donne lieu à une perte sensible d'alcool vinique.

» Les praticiens habiles ont été amenés effectivement à reconnaître que, en réduisant de vingt-six ou trente heures à vingt ou vingt-deux heures la durée de leurs fermentations, ils augmentaient notablement la proportion des huiles de la fin des rectifications, huiles dans lesquelles dominent les alcools supérieurs, principalement l'alcool amylique.

» La théorie et la pratique semblent donc aujourd'hui d'accord sur ce point important, dont les conséquences ont une certaine gravité. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, la place laissée vacante par le décès de M. *Longet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Lacaze-Duthiers obtient . . . . 44 suffrages.
M. P. Gervais . . . . 7 »

M. **Lacaze-Duthiers**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Chef du pouvoir exécutif.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le *prix Chaussier*.

MM. Nélaton, Andral, Bouillaud, Stan. Laugier, Cl. Bernard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cloquet, Robin, Larrey.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. A. Gris, *intitulé : « Recherches sur la moelle des végétaux ligneux. »*

(Commissaires : MM. Tulasne, Duchartre, Brongniart rapporteur.)

« Pendant bien longtemps, on n'a considéré les parties ligneuses des végétaux et le tronc même de nos arbres que comme le support des parties herbacées ou annuelles que terminent leurs rameaux, et comme servant uniquement à leur transmettre les fluides nourriciers absorbés par les racines.

» Une observation déjà ancienne de Knight pouvait cependant faire présumer que la tige des arbres concourait d'une manière plus efficace à leur nutrition. Il avait, en effet, constaté que la séve ascendante, recueillie dans les parties supérieures d'un arbre, est plus dense et contient plus de matières en dissolution que celle qui s'écoule des parties inférieures. Elle a donc puisé, dans son trajet à travers les tissus, diverses substances nutritives.

» Cependant, jusqu'en ces dernières années, on avait fait peu d'attention aux tissus autres que les fibres ligneuses et les vaisseaux qui entrent dans la constitution d'une tige ou d'un rameau. Ces tissus sont : le parenchyme ligneux, les rayons médullaires et la moelle.

» Notre regretté confrère, M. Payen, avait, presque seul en France, appelé l'attention sur l'abondance de l'amidon dans le bois de certains arbres et sur le rôle nutritif qu'il doit jouer.

» Néanmoins en 1839 et 1840, un savant forestier saxon, dont les travaux sur l'anatomie et la physiologie végétales sont restés pendant longtemps inconnus en France et n'avaient pas d'abord été appréciés à leur juste valeur, même en Allemagne, M. Hartig, signalait le fait de la production et de la résorption de la fécule dans le tissu des tiges de plusieurs arbres.

» En 1865, M. Arthur Gris, dont les études s'étaient déjà portées sur le développement de la fécule et sur sa résorption pendant la germination, dirigea ses recherches sur l'amidon contenu dans le tissu des tiges, et en 1866, il communiqua à l'Académie le résultat de ses observations, qui confirmait celui d'Hartig, mais en les étendant à d'autres végétaux et surtout en montrant, par de nombreux exemples, combien cette faculté de production et de résorption successives de la fécule élaborée dans divers tissus du bois

s'étend profondément, jusque dans des couches ligneuses âgées d'un grand nombre d'années. C'est ainsi qu'un frêne de 40 ans, un bouleau de 35 ans présentaient de la fécule jusque dans leurs couches ligneuses les plus âgées; dans un hêtre de 95 ans, cette faculté de production s'étendait, en s'affaiblissant, jusqu'à la vingtième couche, à partir de l'extérieur, et même au delà; dans des chênes très-âgés, elle cessait vers la quinzième ou la vingtième couche, d'une manière brusque; il en était de même chez de vieux peupliers. Dans le frêne, cette faculté de produire une très-forte proportion de fécule jusque dans des parties très-profondes du bois avait déjà été constatée, il y a quelques années, par M. Payen. Cette matière est résorbée presque entièrement dans les premiers temps de la végétation annuelle, au mois de mai, circonstance qui explique une pratique suivie par les exploitants de gaules de frêne, qui ont reconnu que ces arbres de 15 à 20 ans doivent être abattus en mai, si l'on veut qu'ils ne soient pas promptement attaqués par les insectes qu'attire l'abondance de la fécule contenue dans leurs tissus pendant les autres saisons.

» La résorption de l'amidon préalablement déposé dans les couches ligneuses pendant les premières périodes de la végétation annuelle des arbres est, sans aucun doute, destinée à fournir à l'alimentation des bourgeons, qui se developpent rapidement en rameaux chargés de feuilles. Le corps ligneux, rempli des matières nutritives qui y ont été déposées pendant le cours de la végétation de l'année précédente, joue ici le rôle des cotylédons ou du périsperme dans les premières périodes du développement de l'embryon.

» Ces matières, rapidement épuisées par l'activité de la végétation printanière, se reforment promptement; dès le mois de juin, on voit les divers tissus qui les contenaient pendant l'hiver se remplir de nouveau de grains d'amidon, sans attendre la période automnale pendant laquelle cette production aurait lieu, suivant M. Sanio. Le développement des fruits ne paraît amener aucune diminution dans le dépôt de la matière nutritive; l'activité de la végétation suffit donc alors à la nutrition du fruit, sans qu'elle ait besoin de recourir aux provisions réservées pour le développement des rameaux au printemps suivant; celà est, comme on le voit, très-différent de ce qui se passe dans les végétaux annuels, qui, comme on l'a constaté depuis longtemps, épuisent, pour fournir à la formation des graines, une grande partie des matériaux nutritifs élaborés dans les tiges et les racines, et amènent ainsi leur épuisement et leur mort.

» Nous avons dû rappeler ces premières recherches de M. Arthur Gris,

parce qu'elles l'ont évidemment conduit à l'étude spéciale de la moelle des végétaux ligneux qui fait l'objet spécial du Mémoire présenté à l'Académie, et dont nous devons vous rendre compte.

» Lorsque l'on considérait une tige ligneuse comme une partie inerte et presque morte du végétal, ne servant qu'à la transmission des fluides, et n'ayant de vitalité que dans sa région extérieure, on ne devait attribuer à la moelle placée au centre de cette tige qu'une action très-temporaire, et par conséquent de très-peu d'importance. Aussi, les auteurs qui lui ont attribué un rôle physiologique l'ont borné aux rameaux annuels, dans lesquels ils ont considéré la moelle comme jouant, relativement aux bourgeons, le rôle des cotylédons ou du périsperme. C'est l'opinion de Dupetit-Thouars et de de Candolle, adoptée par la plupart des botanistes; mais, pour eux, dès la seconde année elle n'est plus qu'un tissu inerte, desséché et mort. Cette opinion reposait principalement sur l'examen de la moelle du sureau, dont la structure est exceptionnelle, mais que son grand développement avait fait choisir comme exemple et comme type.

» En 1847, M. Guillard publia un travail spécial sur la moelle des dicotylédonées, mais il proposa quelques termes nouveaux, il n'ajouta aucun fait important à ceux qui étaient déjà connus.

» Cependant, dès l'année 1839, Hartig, que nous avons déjà cité à l'occasion des fonctions de la zone ligneuse, avait relevé les erreurs généralement répandues sur le rôle de la moelle des arbres et indiqué la part qu'elle prend à la nutrition du végétal; mais les travaux de cet excellent observateur, insérés pour la plupart dans des ouvrages forestiers, ne furent qu'incomplétement reproduits par la plupart des auteurs allemands et restèrent longtemps inconnus en France.

» Si M. Gris s'est souvent rencontré avec le savant physiologiste allemand dont il a été un des premiers à nous signaler les travaux, on doit remarquer qu'il a beaucoup ajouté aux connaissances déjà acquises.

» M. Gris considère d'abord la constitution générale de la moelle et la nature des tissus qui entrent dans sa composition; puis, examinant cette partie de la tige dans un grand nombre de végétaux ligneux, il montre les rapports qui existent entre sa structure et la classification de ces végétaux; enfin, il insiste sur le rôle physiologique qu'elle joue souvent pendant de longues années.

» D'après M. Gris, la moelle est composée de cellules de trois sortes, et ses préparations ainsi que ses dessins démontrent l'exactitude de ses appréciations, dont plusieurs ont éte vérifiées par nous :

» 1° Des cellules à parois plus ou moins épaissies et creusées de canalicules contenant des granules amylacés et souvent du tannin, ainsi que M. Trécul l'avait indiqué dans quelques cas: il nomme ces cellules des *cellules actives;*

» 2° Des utricules à parois minces, mais cependant ponctuées, ne renfermant pas de matières de réserve granuleuses, mais un liquide aqueux ou des gaz : ce sont des *cellules inertes;*

» 3° Enfin des cellules à parois très-délicates, sans ponctuations, contenant des formations cristallines isolées ou groupées en une seule masse : ce sont des *cellules cristalligènes.*

» La moelle étudiée dans l'étendue d'un entre-nœud ou mérithalle peut offrir des dispositions très-variées de ces divers éléments.

» M. Gris la nomme *homogène*, lorsqu'elle n'offre que des cellules actives entremêlées d'un nombre plus ou moins considérable de cellules cristalligènes, sans éléments inertes; lorsqu'au contraire une partie de la moelle est constituée par des cellules inertes jointes à des éléments actifs, il la nomme *hétérogène*. Diverses modifications secondaires dépendant de la disposition de ces divers éléments constituent des sections dans ces deux types principaux. Un des exemples les plus remarquables de ces moelles hétérogènes se trouve dans les rosiers, et a déjà été décrite par notre collègue M. Trécul, à l'occasion de ses études sur les cellules tannifères.

» En étudiant les modifications du système médullaire dans un assez grand nombre de familles naturelles, M. Gris a constaté que la structure essentielle de la moelle restait le plus souvent constante dans une même famille; que, dans d'autres cas, certains genres présentaient une organisation spéciale, qui pouvait confirmer les caractères tirés des organes de la fructification, dans les cas où il y avait lieu d'hésiter sur la distinction générique de ces groupes.

» C'est un des premiers exemples de l'étude des caractères anatomiques des organes végétatifs considérés au point de vue de la classification naturelle, et de l'importance que cette étude peut avoir pour corroborer ou affaiblir les caractères de famille ou de genre, tirés presque exclusivement, jusqu'à ce jour, des organes reproducteurs.

» M. Gris a étendu ses recherches à dix-huit familles naturelles, dont quelques-unes sont nombreuses en genres et en espèces, telles sont les Éricinées, les Lonicérées, les Oléinées, les Rosées, les Pomacées, les Quercinées; elles donnent aux résultats qu'il a obtenus un véritable intérêt, et montrent ce qu'on pourrait obtenir d'études dirigées dans ce sens sur

l'organisation de la tige en général, sujet que l'Académie avait signalé, il y a quelques années, comme un des plus dignes des observations des botanistes.

» La structure de la moelle, telle que nous venons de l'indiquer et qui a servi de base aux comparaisons dans des végétaux différents, est celle qu'on observe dans l'étude d'un mérithalle, c'est-à-dire entre deux points d'insertion des feuilles ou nœuds. M. Gris la nomme *moelle internodale*. Elle occupe ainsi la plus grande partie des rameaux.

» Mais la moelle subit des modifications notables, soit dans les points qui correspondent à l'insertion des feuilles, soit à la base des rameaux et à l'origine des bourgeons. Ces changements, souvent signalés à la vue par une différence de coloration (la moelle prenant quelquefois dans cette région une teinte rousse assez prononcée), avaient déjà été remarqués par divers observateurs; mais ce changement de couleur et d'aspect avait été attribué par plusieurs auteurs à l'altération, et même à la mort, du tissu médullaire dans ces points. Ainsi M. Guillard désignait cette partie de la moelle sous le nom de *moelle morte*.

» M. Gris désigne ces trois régions de la moelle sous les noms de *moelle nodale*, *moelle subgemmaire* et *moelle interraméale*.

» Le changement qu'on observe dans les points correspondants aux nœuds ou insertions des feuilles sur les rameaux consiste toujours en un plus grand développement du type amylifère, qui, dans les plantes à moelle hétérogène, rétrécit la partie centrale occupée par le tissu inerte ou forme même de diaphragmes complets d'un tissu plus dense, irrégulier, à cellules petites, à parois canaliculées remplies de fécule.

» Il en est à peu près de même à la base des bourgeons et dans l'intervalle des pousses de deux années successives : la moelle y forme des sortes de disques compactes, d'un tissu très-différent, dans beaucoup de cas, de celui de la moelle internodale, très-riche en matière nutritive et qui conserve cette propriété pendant plusieurs années.

» Ainsi ces parties de la moelle, bien loin d'être privées de vie, sont formées d'utricules remplies de matières élaborées dans leur sein, et la vitalité de ces cellules est encore confirmée par l'existence, dans leur cavité, d'un nucléus qu'on retrouve souvent entouré de granules amylacés, dans toutes les cellules actives ou douées d'une vitalité propre.

» Dans un dernier Chapitre, M. Gris s'est occupé de la durée de cette vitalité de la moelle, caractérisée par la présence de la fécule dans ses cellules actives.

» Plusieurs exemples montrent que, dans certains arbres, cette vitalité se prolonge jusqu'à un âge très-avancé, et, pour les autres, on ne peut pas toujours affirmer qu'on ait atteint la limite de cette activité vitale.

» Sur vingt-quatre espèces d'arbres ou d'arbustes, il a constaté cette vitalité sur des tiges ou rameaux de cinq à dix ans; mais les exemples les plus frappants sont ceux observés sur des arbres de quinze à vingt ans appartenant aux espèces suivantes : chêne, bouleau, frêne, platane, févier (*Gleditsia ferox*).

» Cette préférence de la feuille est bien une preuve que la moelle est encore propre à élaborer cette substance, et qu'elle s'y résorbe également, car, sur des tiges plus âgées elle en est dépourvue et devient, en effet, une partie morte et inerte.

» La résorption de ces matières a du reste été directement constatée par M. Gris, sur quelques espèces, vers le commencement de mai.

» Il résulte de ce grand travail:

» 1° Que la moelle des végétaux dicotylédonés, considérée dans les espèces ligneuses, n'est pas une partie aussi simple et aussi uniforme dans son organisation qu'on le croyait, et qu'elle peut fournir des caractères intéressants pour la classification naturelle;

» 2° Qu'elle conserve sa vitalité pendant plusieurs années et même quelquefois jusqu'à un âge très-avancé; qu'elle contient, dans une partie au moins de ses cellules, un dépôt de matière nutritive (fécule et tannin), qui est résorbée au moment du développement des nouvelles pousses annuelles au printemps;

» 3° Qu'elle participe ainsi, avec quelques-uns des tissus du bois lui-même, à la nutrition du végétal, et remplit un rôle physiologique important, bien loin de se dessécher dès la seconde année et de n'être plus qu'un tissu mort.

» Quelques travaux antécédents, et particulièrement ceux d'Hartig, pouvaient déjà conduire, en partie du moins, à ces conséquences, mais ils n'avaient pas fixé l'attention autant qu'ils le méritaient; d'anciennes opinions étaient encore généralement admises sur la structure et les fonctions de la moelle, et un travail général et approfondi sur ce sujet était nécessaire pour fixer les naturalistes sur cette question.

» Le nombre et la variété des végétaux étudiés par M. Gris, la diversité d'âge de plusieurs des arbres soumis à son examen, l'exactitude de ses observations anatomiques, la clarté de son exposition donnent à son Mémoire un double intérêt au point de vue taxonomique et physiologique; il

contribuera à détruire des idées fausses, trop généralement admises dans la science, et nous le croyons, très-digne à tous ces points de vue, d'être inséré parmi les *Mémoires des Savants étrangers*; nous demandons, en outre, qu'il soit renvoyé à la Commission du prix de Physiologie expérimentale. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Essai sur la théorie des vapeurs; par* **M. H. Resal.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Phillips, Cahours.)

« En discutant, à la suite d'un Mémoire sur la thermodynamique publié dans les *Annales des Mines* en 1861, les anomalies que présentent les vapeurs saturées ou peu éloignées du point de saturation, relativement à ce qui a lieu pour les gaz permanents, j'avais été conduit à considérer une vapeur comme étant une vapeur *théorique* ou obéissant aux mêmes lois que les gaz permanents, tenant en suspension, si l'on veut à l'état vésiculaire, son propre liquide. La masse vésiculaire doit aller en diminuant à mesure du surchauffement sous pression constante.

» En développant cette hypothèse à M. Verdet, de regrettable mémoire, il m'était venu à l'idée de poser une équation différentielle qui forme maintenant la base du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie; il trouva ma proposition bien *hardie*, et, devant une pareille autorité, je ne crus pas devoir donner suite à mon idée.

» Ce n'est que dans ces derniers temps que, acculé par le défaut de données expérimentales, j'ai repris l'équation différentielle dont je viens de parler, et qui m'a conduit notamment à un résultat inespéré que j'indique dans ce qui suit.

» Soient :

q le poids d'eau en suspension dans 1 kilogramme de vapeur;

$-dq$ la quantité de cette eau qui se vaporise lors d'un excès dt de température;

T, t les températures de la vapeur saturée et surchauffée sous la pression p;

Δ, δ les densités correspondantes par rapport à l'air (la première étant calculée d'après les formules de la thermodynamique);

δ_1 la densité de la vapeur théorique ou la valeur de δ pour $t = \infty$.

L'hypothèse la plus immédiate que l'on puisse faire consiste à poser

$$dq = -kq\,dt,$$

k étant une constante absolue ou une fonction de T.

» Je déduis de là

$$\delta = \delta_1 + (\Delta - \delta_1)a^{-(t-T)},$$

$a > 1$ étant une fonction de k, qu'il est plus simple de lui substituer.

» Cette formule est précisément celle à laquelle j'étais arrivé en 1861, en interpolant les résultats obtenus par M. Cahours, pour la vapeur d'eau et celle de l'acide acétique. Ce sont les seuls qui, par suite de la continuité de la courbe à laquelle ils donnent lieu, puissent se prêter à l'interpolation.

» Au lieu de la formule qui résulte de la combinaisou des lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on a la suivante :

$$\frac{p}{D(1+\alpha t)} = \frac{H}{\delta_1}\left[1 - \left(\frac{\Delta}{\delta_1} - 1\right)a^{-(t-T)}\right],$$

D étant le poids spécifique de la vapeur à t°,
α le coefficient de dilatation des gaz,
H une constante spécifique.

» Le coefficient de dilatation du fluide à la température t,

$$\beta = \frac{\alpha}{1+\alpha t} + \left(\frac{\Delta}{\delta_1} - 1\right)a^{-(t-T)}\,\text{log nép.}\,a,$$

est ainsi supérieur à celui d'un gaz dans les mêmes conditions, ce qui est conforme à l'expérience.

» Je donne ensuite l'expression de la chaleur spécifique d'une vapeur sous pression constante, et je termine en faisant l'application de mes recherches à la vapeur d'eau, pour laquelle j'établis, en outre, la formule qui doit être substituée à l'une de celles de Poisson, lorsque le fluide est comprimé ou dilaté dans des limites convenables, sans perte ni gain de chaleur.

» Il y aurait lieu de déterminer expérimentalement si a est constant ou varie avec T. Si l'on considère que, pour $t - T \geqq 50$, la vapeur d'eau se comporte comme un gaz permanent, on est presque conduit à considérer, pour ce fluide, a comme une constante qui serait égale à 1,1 d'après les données de M. Cahours. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale rencontrée dans le gîte d'étain de Montebras* (*Creuse*). Mémoire de **M. Moissenet**, présenté par M. Des Cloizeaux. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, H. Sainte-Claire Deville, Des Cloizeaux.)

« Les travaux d'exploration sur le gîte d'étain de Montebras ont été commencés en juin 1865. Depuis cette époque, de nombreux filons stannifères ont été reconnus et suivis; la région explorée souterrainement s'étend sur une longueur de 750 mètres de l'est à l'ouest, et de 400 mètres du nord au sud ; la profondeur maxima est aujourd'hui de 110 mètres; le total des percements, puits, galeries, cheminées, effectués en six ans, est d'environ 5000 mètres.

» Ces travaux m'ont conduit à de nombreuses observations sur les conditions d'existence de l'étain oxydé : terrains encaissants, allures et composition des filons, caractères de leurs parties riches.

» J'aurai ultérieurement l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie le résultat de mes études sur ce gisement d'étain oxydé ; je me propose seulement ici d'appeler son attention sur un groupe minéral assez remarquable, comprenant les phosphates, les fluorures et les fluophosphates, et notamment sur un *fluophosphate d'alumine, soude et lithine,* qui constitue une espèce minérale nouvelle, véritable type, défini par lui-même et par ses dérivés locaux, la Wawellite et la turquoise.

» On a rencontré à Montebras les phosphates d'alumine, de chaux, de fer, de cuivre, et le phosphate d'urane et de cuivre, ou chalcolite. Le phosphate de manganèse fait défaut jusqu'ici; mais l'apatite de Montebras est manganésifère. Le spath fluor se présente en veinules ou plaquettes, avec petits cubes violets, mais il est peu abondant.

» Le fluophosphate a été analysé au Bureau d'essai de l'École des Mines en 1869-1870; en même temps, M. Des Cloizeaux a déterminé ses propriétés minéralogiques et reconnu, de son côté, qu'il constituait une espèce nouvelle. Il appartient à M. Des Cloizeaux de communiquer le résultat de ses observations (1).

---

(1) *Voir* plus haut, aux Communications des Membres de l'Académie, p. 306, une Note de M. Des Cloizeaux, qui donne à ce nouveau minéral le nom de *Montebrasite*.

» L'analyse a donné, pour 100 parties de fluophosphate :

Fluor	26,50
Acide phosphorique	21,80
Alumine	38,20
Soude	6,70
Lithine	6,50
Chaux	2,00
Quartz (adventif)	2,25
Perte par calcination	0,60
Total des dosages	104,55

» Qualitativement, ce minéral contient les mêmes éléments que l'amblygonite; mais la proportion de fluor est ici plus que triple de celle qui a été trouvée par Rammelsberg dans l'amblygonite d'Arnsdorff (8,11 pour 100).

» Le minéral se trouve à la surface et en profondeur. Les fragments abandonnés par les anciens sont d'un blanc mat, un peu lustré; à 30 mètres, nous avons rencontré, en 1869, le fluophosphate semi-translucide, avec une teinte légèrement violacée, l'éclat gras lustré, la cassure esquilleuse, la structure lamellaire. La densité est 3,11; les deux principaux clivages donnent des angles d'environ 105 et 75 degrés; ce sont là des caractères communs avec l'amblygonite.

» L'analyse comprend quatre séries d'opérations, partant chacune d'une prise d'essai spéciale : 1° dosage du fluor; 2° perte par calcination; 3° dosage de l'acide phosphorique, de l'alumine et de la chaux; 4° dosage des alcalis. Les deux premières déterminations sont conduites d'après la marche décrite dans le *Traité d'analyse* de M. Rivot; les deux dernières ont été faites par les procédés qui m'ont paru les plus exacts : l'une et l'autre commencent par une attaque à l'acide sulfurique. Sous l'influence de ce réactif, le fluor et les traces du quartz adventif sont expulsés, et l'on a, en solution sulfurique, l'acide phosphorique et les bases alumine, soude, lithine et chaux.

» J'insiste sur le procédé adopté, parce que, malgré son imperfection relative, je crois qu'il sera utilement appliqué aux divers minéraux du même groupe.

» Après avoir discuté les résultats de l'analyse, j'ai été conduit à rechercher s'ils répondaient à une formule bien équilibrée. Je propose, comme *formule en équivalents :*

$$2(Al^2Fl^3, 3MFl) + 4Al^2O^3, 3PO^5.$$

ce qui revient à considérer le minéral comme une combinaison de fluorure double d'alumine, sodium et lithium avec un phosphate basique d'alumine. Cette interprétation donne une explication plausible de la génération des deux dérivés, Wawellite et turquoise, par l'influence des eaux minérales des filons.

» La *formule atomique* déduite de la précédente est

$$Al^4M^2O^9Fl^8P^2.$$

» Le mode de gisement du fluophosphate de Montebras ne peut être utilement décrit qu'après l'exposé des circonstances essentielles dans lesquelles se rencontre l'étain oxydé, car le nouveau minéral, par sa fréquence et celle de ses dérivés dans certains filons, peut être regardé comme une des gangues de l'étain.

» Les filons stannifères sillonnent, à Montebras, trois roches encaissantes bien distinctes : un granite ancien, un porphyre quartzifère, véritable elvan du Cornwall, et une roche verte, identique à celle qui a été rencontrée dans certains gîtes d'étain de la Saxe.

» L'étain est suivi dans quatre groupes de filons, orientés chacun suivant la direction d'un des *systèmes stratigraphiques* : Land's-End, Westmoreland, Morbihan, Vendée.

» Le fluophosphate et ses deux dérivés, Wawellite et turquoise, ont été rencontrés dans les filons appartenant à ces divers systèmes; mais, en discutant les nombreuses observations faites en des points différents de la mine, je crois pouvoir conclure que le nouveau minéral se serait produit et déposé surtout dans les sources alignées suivant les fentes du système Land's-End, aux points où ces filons s'ouvrent dans les régions granitiques voisines de l'elvan, et cela antérieurement à la formation dans ces mêmes points de l'étain oxydé.

» Il est probable qu'en poursuivant, aux points de vue chimique et géologique, l'étude de la Wawellite et de la turquoise à Montebras, la connaissance de ce groupe de fluophosphates apportera quelque nouvelle lumière sur le rôle, depuis longtemps signalé, du fluor et du phosphore dans la formation de certains gisements stannifères. »

M. P. Guyot adresse une Note portant pour titre « Des bombes ou des obus à la dynamite ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. A. **Netter** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la « Nature de l'affection dite *pourriture d'hôpital* ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Grimaud** (de Caux) adresse une Note complémentaire, à joindre au travail présenté par lui le 6 février dernier, concernant l'origine du choléra de Marseille en 1865.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Crussard** soumet au jugement de l'Académie une Note sur « l'emploi combiné de la vapeur et de la pression atmosphérique, pour réduire d'environ moitié la dépense de combustible dans la navigation à vapeur ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. H. **Fontaine** adresse une Note destinée à compléter son Mémoire sur une petite machine à vapeur, dite *moteur domestique*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J.-G. **Duperray** prie l'Académie de vouloir bien comprendre, parmi les pièces destinées au concours pour les prix de Mécanique, la Note qu'il lui a présentée récemment, sur des relations simples entre la pression de la vapeur d'eau et la température.

(Renvoi à la Commission.)

M. E. **Decaisne** prie l'Académie d'admettre au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie les divers Mémoires qu'il lui a présentés, concernant l'hygiène pendant le siége de Paris.

M. **Jousset** fait la même demande pour son Mémoire sur le venin du scorpion.

M. **Pigeon** adresse, pour le même concours, quatre Mémoires relatifs à diverses questions de Médecine.

M. H. **Duquesnel** adresse, pour le même concours, un Mémoire sur l'aconitine cristallisée.

Ces diverses pièces sont renvoyées à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse du 11 décembre prochain.* Lettre de **M. Janssen** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Une nouvelle et très-importante éclipse doit avoir lieu le 11 décembre prochain sur le continent asiatique : à la Nouvelle-Hollande, à Java, à Ceylan, et dans l'Hindoustan.

» La durée du phénomène sera considérable; elle sera sensiblement double de celle de l'éclipse du 22 décembre dernier, dont l'observation a échoué presque partout, comme on sait, en raison du mauvais temps. Si nous considérons en outre que cette éclipse sera, pour plusieurs années, la dernière qu'il nous sera donné d'observer, on comprendra toute l'importance d'un phénomène qui nous permettra de compléter les découvertes inaugurées il y a trois ans, précisément dans les mêmes contrées. En Angleterre, en Amérique, on en a jugé ainsi, et l'on prépare d'importantes expéditions.

» Je connais la sollicitude constante de l'Académie pour le progrès de la science; je sais qu'elle fera, dans cette circonstance, tout ce qui dépendra d'elle pour soutenir l'honneur de la France; je considère donc comme un devoir de venir me mettre entièrement à sa disposition. »

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

ASTRONOMIE. — *Retour de la comète périodique de d'Arrest.* Note de **M. Leveau**, présentée par M. Delaunay.

« Par une Lettre en date du 25 juillet 1871, M. Winnecke m'annonce qu'à l'aide de l'éphéméride que j'ai publiée au commencement de l'année 1870, il a pu, le 31 août de la même année, retrouver la comete de d'Arrest. Cette comète dont les observations régulières n'ont commencé que le 16 septembre, a été observée en différents endroits, notamment à Hambourg, Twickenham et Athènes, où, d'après les renseignements qu'a bien voulu me communiquer M. Winnecke, ont été faites les dernières observations.

» En comparant les quelques observations mises à ma disposition par M. Winnecke et négligeant, pour le moment, la correction de parallaxe, on obtient les résultats suivants :

1870.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Observation moins calcul.	Déclinaison.	Observation moins calcul.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Sept. 16...	7.33. 8	17.26.39,70	—18,72	—17.44.27,3	+116,5
» 19...	8. 1.12	17.37.10,75	—22,24	—18.58.34,3	+119,3
» 20...	7.34.14	17.40.41,16	—23,99	—19.22. 0,3	+137,8
» 22...	7.21.37	17.47.55,97	—23,59	—20. 8.28,9	+115,0
» 23...	7.25. 5	17.51.38,76	—22,10	—20.31.17,2	+104,5
» 25...	7.15.43	17.59. 9,34	—20,78	—21.15.22,6	+122,9
Déc. 14...	5.16.55	23.11.41,20	—17,56	—20. 3.15,5	— 68,1
» 16...	5.27.44	23.17.37,64	—17,70	—19.30.43,2	— 45,9
» 19...	5.42.28	23.26.20,45	—19,08	—18.41.19,7	—119,5

» La première série a été faite par M. Winnecke, à Carlsruhe, celle de décembre par M. Schmidt, à Athènes.

» Cette comète n'a pas été observée depuis 1858 (1), et dans l'intervalle de ces deux révolutions, de grandes perturbations ont été produites par Jupiter, la comète s'en étant approchée à 0,3 de la distance de la Terre au Soleil.

» Les différences ci-dessus entre le calcul et l'observation, sont relativement faibles, et nous permettront, lorsque l'ensemble des observations nous sera parvenu et que les positions des étoiles de comparaison auront été déterminées, de relier ces observations à celles de 1858 et 1851, et de fixer la valeur de l'indéterminée que M. Villarceau avait cru devoir introduire dans les éléments qui ont servi de base à tous nos calculs. (Voir *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 924.) »

PHYSIQUE. — *Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs métalliques.* Note de **M. A. Cornu** (2).

« En étudiant le spectre de l'étincelle du magnésium, qui me sert de lumière monochromatique pour la photographie des anneaux colorés (3), j'ai été conduit à une série d'observations qui paraissent avoir de l'intérêt au point de vue de l'étude spectrale du soleil.

» Il s'agissait de photographier, dans le spectre de l'étincelle du magné-

---

(1) *Voir*, plus haut, la Note de M. Yvon Villarceau, p. 298.

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(3) *Comptes rendus*, 1869, t. LXIX, p. 333. — *Méthode optique pour l'étude de la déformation de la surface extérieure des solides élastiques.*

sium, la raie qui produit à elle seule la majeure partie de l'énergie photogénique : cette raie est triple (1); elle est située dans la partie ultra-violette entre H et L, mais très-près de celle-ci; elle est la répétition, pour ainsi l'harmonique aiguë (à très-peu près dans le rapport de 3 à 4 comme longueurs d'onde), de la raie *b* du spectre visible.

» L'expérience avait réussi un grand nombre de fois, je désirais cependant répéter une série de mesures de réfrangibilité et de longueurs d'onde avec une pile plus forte et un appareil d'induction très-puissant (2).

» A ma grande surprise, l'étincelle, vraiment formidable, produisit une impression photographique presque nulle relativement à ce que je pensais obtenir; aussi fût-il nécessaire de porter à deux minutes le temps de pose estimé par analogie à deux ou trois secondes, d'après la force de l'étincelle. L'examen du cliché montra un phénomène inattendu : au lieu des trois raies accoutumées, il y en avait cinq; les deux raies les moins réfrangibles étaient nettement dédoublées : toutefois les raies étaient fort larges et leurs contours extérieurs mal délimités. La première idée était de supposer une erreur dans la *mise au point;* mais en substituant aux électrodes de magnésium des électrodes de fer, les raies de ce dernier (spécialement celle qui est située entre les deux raies dédoublées du magnésium) se photographiaient avec une netteté parfaite; il n'y avait donc aucune erreur de ce côté.

» Je conclus alors que le dédoublement des raies était un véritable *renversement,* l'analogue dans la région invisible de l'expérience du renversement de la raie D, obtenu par M. Fizeau, en plaçant entre les deux charbons de la lampe électrique un fragment de sodium métallique.

» Il n'y aurait pas eu d'hésitation possible, si les trois raies avaient été dédoublées simultanément; mais il me semblait étrange que l'une d'elles échappât à cette modification : j'obtins vingt-deux clichés successivement, et dans aucun la raie la plus réfrangible ne parût dédoublée.

» Je me rappelai alors une observation du P. Secchi, sur l'analyse spec-

---

(1) *Comptes rendus*, 1869, t. LXIX, p. 337. — *Sur les spectres ultra-violets*, par M. Mascart.

(2) Grande bobine d'induction, alimentée par une pile de 16 couples Bunsen disposés comme 8 éléments double surface; condensateur sphérique de 40 centimètres de diamètre; électrodes de magnésium, formés par deux morceaux de métal de 10 millimètres d'épaisseur.

trale d'une tache solaire (mai 1869) (1), où l'habile astronome raconte avoir été témoin du renversement de l'une seulement (la moins réfrangible) des trois raies du magnésium, qui constituent *b*. Ce rapprochement m'engagea à poursuivre, et je fus assez heureux pour produire à volonté, sur le même cliché photographique, les raies renversées ou les raies normales. On peut même comparer la position des raies normales et renversées comme on compare le spectre d'une lumière artificielle à celui du Soleil; il suffit de faire jaillir entre les électrodes de magnésium l'étincelle d'un appareil d'induction puissant, en couvrant une moitié de la fente du spectroscope, puis l'étincelle d'un appareil très-faible (2), prolongée pendant un temps suffisant, en couvrant l'autre moitié de la fente. On constate aisément la coïncidence exacte des raies normales et renversées.

» Le renversement étant hors de doute dans la partie ultra-violette, il était nécessaire de l'obtenir aussi dans la région visible du spectre : l'étincelle de la grande bobine d'induction, même avec 24 couples disposés comme 12 en double surface, ne produisit aucun effet sur la raie *b* du magnésium; mais l'expérience réussit aisément avec l'arc voltaïque d'une pile de 50 couples. Voici comment on peut opérer. On prend pour pôle positif un disque de charbon de 6 à 8 centimètres de diamètre, dans lequel on creuse de petites capsules, où l'on dispose un fragment de métal; on abaisse alors le charbon négatif, qu'on relève dès que l'étincelle a jailli de façon à obtenir un arc de 4 à 5 millimètres : à l'aide d'une lentille on projette l'image de l'arc sur la fente du spectroscope; dans le cas du magnésium, la triple raie *b* apparaît brillante et nette; on la *met exactement au point*. On abaisse alors progressivement le charbon supérieur; les raies s'élargissent, deviennent baveuses, et bientôt une ligne noire très-fine apparaît sur la moins réfrangible; si l'on continue à rapprocher les charbons, la seconde, et enfin la troisième se renversent à leur tour. Voilà donc la vérification du phénomène observé photographiquement et la reproduction artificielle, quoique en sens inverse, de celui qu'avait décrit le P. Secchi.

» Il est remarquable que toutes les raies du spectre visible ne se renversent pas simultanément; ainsi la raie violette très-brillante située à peu

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1243. L'auteur ajoute que la raie C « paraissait quelquefois doublée, mais, dit-il, j'attribue cette particularité au mouvement de l'atmosphère terrestre ». Ne serait-ce pas aussi un véritable renversement?

(2) Moyenne bobine d'induction, 3 ou 4 couples et une simple bouteille de Leyde, d'un litre de capacité environ.

près au milieu de l'intervalle des deux triples raies n'offre pas trace de renversement. Dans une prochaine Communication je décrirai une autre série d'expériences tendant à classer les raies d'un même spectre en diverses catégories ; il me suffira de dire ici que les seules raies que je sois parvenu à renverser appartiennent à la la lumière émise par l'atmosphère de vapeur qui enveloppe le métal incandescent (1).

» Après cette première expérience, j'essayai les divers métaux que j'avais sous la main : le même phénomène se reproduisit pour divers groupes de raies, et, en général, le renversement commence par la raie la moins réfrangible du groupe et ne continue que si la température s'élève progressivement.

» Voici pour les principaux métaux les groupes de raies que j'ai pu renverser; ces métaux sont rangés à peu près dans l'ordre de facilité de production du phénomène; les raies sont désignées par leur longueur d'onde exprimée en millionièmes de millimètre.

Sodium.......	raie D	$\lambda = 589$	
Thallium......	raie verte	$\lambda = 535$	
Plomb........	raie violette	$\lambda = 406$	
Argent.......	raies vertes	$\lambda = 546$	
		$\lambda = 521$	
	raie violette	$\lambda = 424$ (2)	
Aluminium....	raies violettes entre H_1 et H_2	$\lambda = 396$	
		$\lambda = 394$	
Magnésium....	triple raie verte	$\lambda = 518,30$	la moins réfrangible.
	triple raie ultra-violette près L	$\lambda = 383,78$ (3)	la moins réfrangible.
Cadmium.....	raie verte	$\lambda = 509$	
	raie vert-bleuâtre	$\lambda = 480$	
	raie bleue	$\lambda = 467,7$	
Zinc.........	raie verte	$\lambda = 481$	
	raie verte	$\lambda = 472$	
	raie bleue	$\lambda = 467,8$	
Cuivre.......	raie verte	$\lambda = 510$.	

(1) Il est bien entendu que les raies brillantes dues à l'air et à la vapeur d'eau ne doivent pas être confondues avec celles du métal, qui fournit au moins deux espèces de lignes brillantes.

(2) Peut-être double réellement.

(3) Déterminée photographiquement, avec un réseau de Nobert. La déviation était de 11° 46′ 40″ (spectre du deuxième ordre). L'analogue du groupe *b* ($\lambda = 518,30$, suivant

» Le fer, le cobalt, le bismuth, l'antimoine et l'or n'ont donné aucune apparence de renversement.

» Les sels alcalins, et spécialement les chlorures, produisent encore plus aisément le renversement des raies brillantes. Les chlorures de sodium ($\lambda = 589$ et 422) et de lithium ($\lambda = 670$ et 458) sont les plus remarquables.

» Ces expériences confirment la théorie du renversement des raies par l'absorption, car la condition de réussite est le rapprochement aussi complet que possible des charbons, par suite la formation d'une grande quantité de vapeurs dans un très-petit espace; au centre la température est très-élevée, les radiations sont très-intenses, les raies correspondantes sont à la fois brillantes et élargies; autour du foyer central les couches sont plus froides, elles émettent des radiations moins intenses, mais plus nettes comme longueur d'onde. Aussi la ligne de renversement est-elle très-fine, lorsque l'épaisseur est suffisante pour produire l'absorption; elle deviendrait de plus en plus large, comme cela arrive dans le cas de la soude, si l'on élevait davantage la température.

» J'ajouterai quelques mots pour faire ressortir encore le lien entre ces expériences et les observations spectrales du soleil.

» Lorsque M. Kirchhoff donna l'explication du renversement des raies, on admit avec lui que les raies sombres du spectre solaire étaient dues à une atmosphère continue enveloppant le soleil et absorbant certaines radiations de la photosphère. Au point de vue chimique, la constitution de cette atmosphère, où se trouveraient *pêle-mêle* les vapeurs de tant de corps différents, ne laisse pas que d'offrir quelques difficultés; l'existence de cette atmosphère est d'ailleurs contredite par les observations comparatives des bords et du centre du Soleil. Si l'atmosphère absorbante avait une épaisseur sensible, le spectre d'absorption varierait avec l'épaisseur traversée par les rayons qui nous parviennent, par suite aurait un aspect différent au centre et sur les bords du disque solaire. On sait qu'il n'en est rien; les astronomes en ont donc conclu que l'émission de radiations lumineuses et l'absorption de certaines d'entre elles ont lieu sur la photosphère même. Ces expériences vérifient cette hypothèse et la précisent même jusqu'à un certain point; car elles montrent :

» 1° Qu'une épaisseur extrêmement faible de vapeurs peut produire le

---

M. Angström) était déviée de 16° 0′ 5″. Le rapport des longueurs d'onde est 0,74046. La longueur d'onde moyenne du groupe est égale à 383,3.

renversement des raies, épaisseur absolument imperceptible à la distance où nous nous trouvons du soleil;

» 2° Qu'il n'est nullement utile de supposer une atmosphère continue, si mince qu'elle soit, autour du soleil, l'absorption étant *toute locale* et se produisant *spontanément* par le refroidissement extérieur autour de chaque point incandescent.

» On remarquera, d'ailleurs, que l'expérience décrite plus haut est une véritable reproduction de la constitution hypothétique du soleil et une synthèse du phénomène spectral qu'il présente, le charbon incandescent sur lequel est le métal jouant à peu près le rôle de la photosphère, au-dessus une couche de vapeurs à une température très-élevée et émettant des radiations lumineuses, absorbées partiellement par la couche extérieure.

» En résumé, ces expériences apportent comme fait nouveau le renversement d'un grand nombre de raies métalliques (on n'avait guère réussi, jusqu'à présent, qu'à renverser la raie du sodium); de plus, elles confirment les observations, qui avaient paru assez singulières au premier abord, du renversement partiel d'un groupe de raies, en montrant que cette singularité apparente est le cas général; enfin, elles justifient et même précisent certaines hypothèses sur la constitution du soleil. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode d'incinération des matières végétales et animales; application au dosage des éléments minéraux de la levûre;* par **M. A. Béchamp.**

« Les animaux, pendant l'acte de leur nutrition, éliminent sans cesse, en même temps que des matières organiques, des composés minéraux divers. Il en devait être de même des ferments organisés. J'ai déjà essayé de démontrer dans une autre Note (1) que la levûre de bière, soumise au régime de l'inanition, et sans subir la putréfaction, élimine, outre l'alcool, l'acide acétique et d'autres matières organiques, sur la nature desquelles j'aurai à revenir pour y insister, une grande quantité d'acide phosphorique. J'ai même exprimé par une courbe la loi de cette élimination ou sécrétion d'acide phosphorique, dans cette condition spéciale. Il m'a paru intéressant de connaître la nature des éléments minéraux qu'elle doit désassimiler pendant son alimentation physiologique, selon qu'on la soumet au régime du sucre seul ou d'un mélange capable de mieux la nourrir. C'est là une

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 689; 1865.

question de physiologie comparée qui m'a paru importante, et j'ai tenté de la résoudre. Il fallait, par conséquent, posséder de bonnes analyses des cendres de la levûre; or la science n'en possède point. D'ailleurs, la levûre n'étant pas un produit chimique, sa composition est variable, comme celle de tout ce qui vit, et l'analyse d'un échantillon donné peut ne pas concorder avec celle d'un autre. Il faut donc analyser rigoureusement chaque échantillon, ce qui est un travail considérable, et la science, je ne crains pas de le dire, ne possède encore aucune bonne méthode d'incinération des matières végétales et animales.

» La difficulté d'incinérer, convenablement et sans pertes, ces sortes de substances est souvent très-grande. Elle l'est surtout lorsque les cendres sont fusibles. Dans le cas de la levûre de bière, à cause de l'abondance de l'acide phosphorique libre, elle est presque insurmontable, puisque Mitscherlich lui-même y a échoué.

» On a proposé diverses dispositions des appareils, mais aussi d'ajouter diverses substances à la matière qu'il s'agit d'incinérer, dans le but, soit de diviser la masse, soit de la rendre infusible, soit enfin de retenir les parties volatiles, l'acide sulfurique, le chlore, etc. Pour atteindre ces divers buts, on a employé l'éponge de platine, le bichlorure de platine, le peroxyde de fer, le carbonate de baryte, celui de soude, etc. A part certains inconvénients, ces additions ont le tort de ne point satisfaire au précepte le plus général de l'analyse, qui est de ne pas employer pour réactifs des agents qu'on peut avoir à rechercher dans l'objet analysé, ou qu'on ne puisse aisément éliminer. Je crois que la méthode que je vais proposer ne mérite aucun des reproches que l'on peut adresser à ses aînées.

» Indépendamment du manuel opératoire, j'ai cherché : une substance assez peu fusible, fournissant de l'oxygène, ne se rencontrant jamais dans des productions organisées, pouvant être facilement éliminée par un réactif volatil incapable d'agir sur les éléments des cendres, et, enfin, contractant avec l'acide sulfurique, avec l'acide phosphorique et avec le chlore, des combinaisons assez stables pour résister au degré de chaleur auquel l'incinération se fait sous son influence. Cette substance, c'est l'oxyde de bismuth, à l'état de nitrate dissous et titré.

» La matière à incinérer, suffisamment divisée, est imprégnée d'un volume connu et suffisant de cette solution. Le mélange étant desséché, on procède à l'incinération, ce qui se fait très-aisément sur une simple lampe à gaz ou à alcool, dans une capsule en bonne porcelaine. L'incinération étant terminée, ce qui exige rarement plus d'une heure pour obtenir quel-

ques grammes de cendres, on reprend par l'acide nitrique, ou, si rien ne s'y oppose, par l'acide chlorhydrique étendus, et, si l'opération a été bien conduite, tout se dissout. La solution froide est décomposée par l'hydrogène sulfuré; le sulfure de bismuth étant enlevé, il reste une liqueur que l'on analyse. Dans le cas de la recherche des phosphates, on peut épuiser les cendres par l'acide nitrique très-étendu, lequel, comme on sait, ne dissout pas le phosphate de bismuth.

» Dans certains cas, l'incinération peut être faite un peu au-dessous du rouge sombre, dans un courant d'oxygène, de manière que l'on puisse au besoin examiner les gaz obtenus pendant la combustion, ou retenir les matières volatiles qui pourraient être entraînées. Dans mon Mémoire, je décrirai l'appareil dont je me sers dans des cas spéciaux.

» Comme exemple, je vais donner les analyses des cendres de plusieurs échantillons de levûre. Celle-ci était purifiée, en la délayant dans six à huit fois son poids d'eau, passant par un fin tamis de soie pour séparer les impuretés les plus grossières, puis en la débarrassant par lévigation des matières denses, sable, etc. La levûre lévigée était alors mise à égoutter sur un filtre. Dans les eaux de lavage filtrées, on s'assurait qu'il n'y avait que des traces impondérables de sulfates et très-peu de phosphates. Cette observation était nécessaire, car, dans les cendres de levûre obtenues par la nouvelle méthode d'incinération, il y a beaucoup d'acide sulfurique, et il importait qu'on ne pût l'attribuer à des sulfates imprégnant cette levûre.

» La masse de l'échantillon que l'on veut incinérer est rendue aussi homogène que possible. Après avoir déterminé, sur une partie, ce qu'elle contient de matière fixe à 100 degrés, on en prend une nouvelle quantité, à laquelle on ajoute la liqueur bismuthique (un volume contenant 3 à 4 grammes d'oxyde de bismuth suffit pour 100 à 150 grammes de levûre en pâte); aussitôt la levûre semble se fluidifier. On dessèche à une douce chaleur, car la masse mousse beaucoup, puis on met au bain de sable. Dès que la température atteint le degré convenable, la masse noircit, et bientôt, de proche en proche, brûle comme de l'amadou. On obtient, presque du coup, des cendres à peine colorées. Si cela est nécessaire, l'opération s'achève sur la lampe. Enfin, si l'on craignait que les cendres continssent du bismuth réduit, il suffirait de les arroser avec un peu d'acide nitrique, et de chauffer de nouveau pour détruire le nitrate de bismuth.

» Les cendres étant pesées, on en retranche le poids de l'oxyde de bismuth; la différence représente la somme des matières minérales de la levûre.

» Ne me proposant pas de chercher le chlore, j'ai dissous les cendres dans l'acide chlorhydrique, enlevé le bismuth par l'hydrogène sulfuré, et analysé la liqueur. Je dirai dans mon Mémoire la marche que j'ai suivie. Voici les résultats de deux analyses de levûres, des brasseries de Montpellier, rapportées à 100 parties de cendres et comparées à deux analyses de Mitscherlich :

	I.	II.	Analyses de Mitscherlich (1). Levûre supre.	Levûre infre.
Acide sulfurique, SO^3	6,376	5,046	»	»
» phosphorique, PO^5	53,866	53,443	53,730	34,13
Potasse, KO	28,791	31,521	39,500	40,80
Soude, NaO	1,929	0,771	»	0,50
Chaux	2,491	2,395	1,020	1,15
Magnésie	6,546	3,772	6,150	7,32
Peroxyde de fer	7,342	2,734	»	»
Alumine	»	traces notables	»	»
Silice	traces	traces	»	16,60
	100,000	99,682	100,400	100,40
Cendres pour 100 de levûre sèche.	7,669	9,73	7,65	?

» J'ai eu besoin de déterminer le partage qui se fait des matières minérales de la levûre, lorsqu'on soumet celle-ci à l'ébullition avec l'eau; je demande la permission de donner les résultats que j'ai obtenus, pour que l'on puisse apprécier le degré d'exactitude de la méthode. A cet effet, 140 grammes de levûre en pâte, représentant 30gr,8 de matière séchée à 100 degrés, ont été mis à bouillir avec 400 centimètres cubes d'eau; la levûre bouillie a été recueillie sur un filtre en papier Berzélius, et lavée, jusqu'à ce que les dernières eaux de lavage ne fussent plus acides. Les liqueurs ont été évaporées et le résidu séché à 100 degrés : il pesait 7gr,61. Les deux parties, c'est-à-dire la levûre bouillie et la matière soluble desséchée, ont été séparément incinérées.

Cendres de la partie insoluble	0,490
» soluble	2,246
	2,736

» Dans les cendres de la partie insoluble, je n'ai dosé que l'acide sulfurique, l'acide phosphorique et la chaux. Les autres éléments, en trop petite quantité, ont été dosés avec ceux de la partie soluble. Par le poids des

(1) Ces analyses sont données d'après Wittstein.

cendres, on voit que la majeure partie des matières minérales sort de la levûre pour se dissoudre dans l'eau. Voici maintenant les résultats de l'analyse :

	Partie insoluble.	Partie soluble.	Somme des deux parties.	Composition pour 100 de cendres.
Acide sulfurique, SO^3.....	0,042	0,113	0,155	5,665
» phosphorique, PO^5..	0,430	1,090	1,520	55,628
Potasse, KO...........	»	0,785	0,785	28,691
Soude, NaO...........	»	0,022	0,022	0,804
Chaux.................	0,032	0,012	0,044	1,608
Magnésie..............	»	0,1882	0,1882	6,878
Peroxyde de fer........	»	0,023	0,023	0,840
Alumine...............	»	traces	»	non dosé
Silice.................	»	traces	»	non dosé
	0,504	2,2332	2,7372	100,114

» Pour contrôler ce résultat, j'ai déterminé, sur 70 grammes de la même levûre, représentant 15gr,4 de matière sèche, les cendres, et dans celles-ci l'acide sulfurique, l'acide phosphorique et la magnésie. J'ai obtenu :

	gr	Pour 100 de cendres.
Cendres....................	1,366	
Acide sulfurique............	0,0780	5,71
» phosphorique.........	0,7698	56,34
Magnésie..................	0,0950	6,94

» Il y aurait plusieurs remarques à faire sur ces analyses ; je les ferai ailleurs. J'ai seulement voulu ici, par ces exemples, faire juger la valeur de la nouvelle méthode d'incinération. Puisqu'elle réussit parfaitement dans le cas le plus difficile, on peut espérer qu'elle réussira dans tous les cas. »

ALCOOLISME AIGU. — *Épilepsie absinthique.* 2e Note de **M. Magnan**, présentée par M. Bouley.

« Depuis le mois d'avril 1869, deux cent cinquante cas, environ, d'alcoolisme aigu, chez l'homme, observés au bureau central d'admission des aliénés de la Seine (Sainte-Anne), ont permis de vérifier et de confirmer les conclusions cliniques énoncées dans la Note du 5 avril 1869, sur le même sujet.

» De ces nouveaux faits, il résulte :

» 1° Que les alcooliques aigus avec attaques épileptiques s'adonnent presque toujours à la liqueur d'absinthe ;

» 2° Que les alcooliques aigus sans épilepsie, mais avec tremblement, quel que soit d'ailleurs son degré d'intensité, boivent habituellement du vin et de l'eau-de-vie.

» On peut donc dire, d'une manière générale, pour les faits relatifs à l'alcoolisme aigu : l'alcool produit le délire et le tremblement ; la liqueur d'absinthe (alcool et absinthe) produit le délire, le tremblement et l'épilepsie.

» Des expériences physiologiques nombreuses, avec l'alcool et l'essence d'absinthe, ont fourni, de leur côté, depuis cette époque, une démonstration plus complète de l'épilepsie absinthique. »

PHYSIOLOGIE. — *Lois de la croissance chez les Mammifères.* Lettre de **M. Prosel** à M. de Quatrefages.

« En vous exposant la loi de la croissance, je crois vous avoir dit que ce sont les homologies du squelette vertébral (dans le sens de Richard Owen), qui nous fournissent la clef pour l'intelligence de la progression successive des différentes parties du corps. Ainsi ce sont les névrapophyses qui finissent leur croissance les premiers, en s'ossifiant pendant les premiers mois après la naissance; les plévrapophyses et les homopophyses (les côtes, l'omoplate, les os du bassin) viennent en seconde ligne; leur développement est maximum dans la première année, et va en diminuant chez les grands ruminants et le cheval, jusqu'à la fin du trentième et même jusqu'au trente-sixième mois. Les centres (ou corps de vertèbre) continuent leur croissance beaucoup plus longtemps, jusqu'à la fin de la quatrième année (chez le bœuf), et dépassent même la cinquième année (chez le cheval); les appendices (les membres, les os longs) les suivent de près, mais avec une latitude d'à peu près une demi-année; et quant à la névrospinale, cette apophyse peut même continuer sa croissance chez le cheval jusqu'à la sixième année passée, mais le plus souvent elle a fini son développement en même temps que les autres.

» Mes expériences n'embrassent que le cheval et le bœuf, mais vous comprendrez facilement que la loi est la même pour les autres mammifères, seulement il reste à fixer les termes. Quand les parties homologues se développent toujours sous les mêmes influences extérieures, il s'ensuit nécessairement que les proportions, que beaucoup de zoologistes regardent comme spécifiques, varient avec les altérations du milieu. Ainsi les races naines et rabougries se présentent toujours où la nourriture ne

se présente qu'avec beaucoup de parcimonie, et, au contraire, les races colossales dérivent d'une nourriture abondante; mais dans les deux cas, les proportions peuvent rester les mêmes. C'est seulement quand la nourriture varie beaucoup en quantité (et même en qualité), que les proportions présentent des différences souvent assez grandes. Ainsi, quand on nourrit le jeune animal (le jeune cheval) assez médiocrement, jusqu'à ce qu'il ait atteint l'âge de deux ou trois ans, pour le bourrer de fourrage avant de l'envoyer au marché, il conserve la poitrine étroite et sans profondeur, tandis que les membres et les vertèbres profitent de l'abondance de la nourriture, et le font haut sur jambes, à dos long et à l'encolure nouée. La même conformation se présente, quand l'animal, sauvage ou à demi-domestiqué, subit des alternatives d'abondance et de famine, comme il arrive souvent lorsque la rigueur de l'hiver ou la sécheresse de l'été exposent les animaux à des privations considérables; les parties du corps qui ne profitent guère que de deux bonnes saisons restent en retard, tandis que les membres et les corps de vertèbres arrivent à se dédommager pendant quatre ou même cinq saisons d'abondance. Ainsi, vous voyez le cheval de la Pologne et de la Hongrie (et le bœuf des mêmes pays) présenter la même conformation que le cheval barbe; c'est aussi pourquoi ces fautes de conformation ne sont jamais héréditaires, quand la stabulation vient remplacer la pâture dans les mauvaises saisons. C'est par la même raison qu'une maladie d'assez longue durée, et assez grave pour entraver la nutrition, entraîne les mêmes défauts de conformation, même chez l'homme; on trouvera peut-être un jour que ce sont les mêmes alternatives d'abondance et de privations qui font les cerfs de nos climats et les chevreuils hauts sur jambes, pendant que les antilopes des pays fertiles présentent des proportious plus normales.

» Mais quand l'art fait tout le contraire, quand l'éleveur pousse le développement du jeune animal, et puis, pour éviter une stérilité immédiate, fait tout son possible pour le restreindre et même l'arrêter, en suscitant les rapports sexuels, le résultat devient aussi tout contraire; alors nous avons les proportions de la race courte-corne, les côtes larges et longues, la poitrine profonde, mais les corps de vertèbres et les membres courts, sur le corps ramassé et à jambes basses.

» Peut-être est-il superflu d'ajouter que la croissance des corps de vertèbres et des os longs va toujours en diminuant, et que souvent elle reste stationnaire (ou presque stationnaire) pendant quelque temps et même pendant quelques années (chez le cheval). Le plus souvent c'est le cas, quand

la nutrition a été assez abondante et *régulière;* au moins les proportions se présentent-elles toujours plus normales par un tel régime. Mais pourtant l'aptitude reste toujours jusqu'à l'ossification complète, et quand une abondance tardive intervient, les aptitudes latentes se réveillent : c'est alors qu'elles entraînent les défauts précédents, défauts si communs et si fâcheux.

» Comme point de départ, j'ai fait des études dans notre haras de Fredericksbourg, de 1857 à 1864. La première année du poulain a présenté tant d'irrégularités, qu'il a été tout à fait impossible d'en rien tirer de général; les différences de développement pendant la gestation et la lactation sont tout à fait individuelles, et ce n'est que vers la fin de la première année que les différences commencent à disparaître.

» Depuis la première jusqu'à la deuxième année révolue, cinquante-deux poulains ont gagné 125,4 millimètres (la taille mesurée jusqu'au garrot), mais les membres de devant, mesurés jusqu'à l'articulation cubito-humérale, n'ont gagné que 27 millimètres.

» Le maximum de croissance a été de 202,5 et 182,9 millimètres, observés chez deux poulains de la même mère; le minimum a été de 52,25 millimètres. Cette grande différence n'a pourtant pas eu d'autre effet que de faire disparaître les irrégularités de la première année; car, après la deuxième année, tous les poulains n'ont différé que très-peu par leur la taille. Quant à la différence du sexe, vingt-deux poulains ont gagné, terme moyen, 130,9 millimètres, pendant que trente pouliches n'ont atteint que 121,5 millimètres. Le maximum de la croissance des membres de devant a été de 65,3 à 52,25 millimètres chez onze poulains, et pour neuf elle a été presque imperceptible.

» De la seconde à la troisième année, quarante-trois poulains ont gagné 38,2 millimètres (vingt poulains mâles 35 millimètres, et vingt-trois pouliches 40,75 millimètres); le maximum a été de 104,5 millimètres chez un seul; on a obtenu 78,4 millimètres chez deux individus, et 52 millimètres chez neuf individus. Les membres de devant n'ont gagné que 10,5 millimètres : le maximum a été de 52 millimètres chez un seul individu; on a obtenu 27 millimètres chez neuf individus; chez vingt individus, la croissance a été nulle.

» Entre la troisième et la quatrième année, la taille a gagné 23 millimètres (moyenne de vingt-neuf cas); et cette augmentation est, dans la plupart des cas, due à la croissance des névrospinales du garrot. Le maximum a été 52 millimètres dans un seul cas; sept individus ont gagné de

32 à 40 millimètres; chez trois poulains, la taille est restée tout à fait stationnaire. Les membres n'ont gagné, en moyenne, que 5 millimètres; chez trois individus, 27 millimètres; chez seize poulains la croissance a été nulle.

» Entre la quatrième et la cinquième année, on a observé une croissance de 26 à 30 millimètres, due aux membres seulement; la profondeur du corps n'a rien gagné. Il faut pourtant observer qu'on ne garde pas dans les haras les individus à développement irrégulier, et qu'on n'y trouvera jamais ces proportions faussées, qui sont si communes chez les éleveurs privés. »

SÉRICICULTURE. — *Sur les résultats obtenus, dans le midi de la France, pour l'éducation des vers à soie, par le procédé de M. Pasteur.* (Extrait d'une lettre de **M. G. Raulin** à M. Dumas.)

« Permettez-moi de vous dire, Monsieur, que vous avez été heureusement inspiré le jour où vous avez, pour ainsi dire, forcé M. Pasteur à appliquer ses études à la maladie des vers à soie : les principes qu'il a découverts conduisent droit à la solution complète de cette grave question, et, en dehors de ses travaux, je cherche en vain dans la science quelque découverte d'où l'on ait pu, de près ou de loin, faire jaillir la solution de ce problème. Sans doute, l'ignorance, les préjugés, l'envie résistent encore, mais chaque jour la méthode nouvelle mieux comprise, mieux appliquée, gagne du terrain.

» Du reste, il faut bien le dire, le progrès réalisé par M. Pasteur n'est pas de ceux qui s'imposent dès le premier jour aux esprits du vulgaire; mais de ceux qui s'implantent, peu à peu, même dans le sol le plus ingrat, par de profondes racines.

« Un tel, vous dit le paysan, a réussi avec de la graine quelconque, qui » n'était point faite par le procédé Pasteur, tandis que moi, qui avais de la » graine faite par le nouveau procédé, j'ai perdu ma chambrée, que j'avais » pourtant bien soignée. » Il ne sort pas de là, et le raisonnement n'y peut rien. Cependant, les expériences se multiplient; chaque année, on compte les échecs et les succès de part et d'autre, et ce résultat finit par démontrer aux plus rebelles : que tandis qu'une graine quelconque donne *en moyenne* 5, 10, 15 kilogrammes à l'once, la graine Pasteur fournit, *en moyenne aussi*, 30, 35 kilogrammes ou même plus.

» Pour ceux qui analysent les résultats, la conviction est plus prompte et, chaque année, elle s'affermit davantage.

» M. Pasteur avait conseillé aux pays de grande culture, regardés comme très-infectés, de ne pas se désintéresser dans la question du grainage; jusques il y a deux ou trois ans, on allait faire grainer dans les pays de petite culture; aujourd'hui, grâce à une application plus rigoureuse des principes du maître, on réussit à faire d'excellente graine dans tout pays, et à Alais même, réputé pour être des plus infectés, il s'en est fait cette année 5 ou 600 onces : on pourrait en faire par milliers.

» La pébrine est vaincue à ce point, qu'en un lieu quelconque, on peut aujourd'hui élever des vers avec la certitude d'avoir des papillons à peu près purs de corpuscules, et si la graine Pasteur n'échappe pas complétement à la flâcherie, il faut, presque toujours, peut-être même toujours, attribuer ces insuccès à des fautes d'éducation signalées par lui.

» Les découvertes de M. Pasteur doivent conduire à faire de la soie aussi sûrement qu'on produit de l'acide sulfurique. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Étude lithologique de la météorite de Parnallee.* Note de **M. St. Meunier.** (Extrait.)

« La météorite tombée le 28 février 1857, à Parnallee, près de Madura, dans les Indes anglaises, a déjà fourni le sujet de plusieurs Mémoires, parmi lesquels je citerai ceux de M. de Haidinger (1), celui de M. Cassel (2) et celui de M. E. Pfeiffer, d'Iéna (3).

» Malgré ces diverses publications, la météorite indienne m'a paru offrir encore le sujet d'une étude intéressante, au point de vue de la Géologie comparée. Mes recherches ont porté surtout sur les échantillons enregistrés, dans les catalogues du Muséum, sous les nos **2Q.115**, **2Q.177**, **2Q.267**, et **2Q.400**. Le premier a été donné à notre collection par le British Museum, le second par M. le professeur Ch. Young (de Hudson), le troisième par M. C.-U. Shepart (de Amherst), et le dernier par M. Lawrence Smith (de Louisville). Mes résultats s'appliquent également, en grande partie, aux pierres tombées : à Cabarras, Caroline du Nord, le 31 octobre 1849;

(1) *Der Meteorsteinfall von Parnallee, bei Madura, in Hindostan* (*Sitzungsb. d. Kais. Akademie d. Wissenchaften zu Wien*, 7 février 1861). — *Der Meteorit von Parnallee, bei Madura, in K. K. Hof-Mineralien-Cabinet* (*Id.*, 4 juillet 1861). — *Parnallee, dritter Bericht* (*Id.*, 15 mai 1863).

(2) *Silleman's American Journal of Science and Art*, 2e série, t. XXXII, p. 401.

(3) *Procentische Zusammensetzung des Meteoriteines von Parnallee, bei Madura, in Ostindien* (*Sitzungsb. d. K. Akademie d. Wissenchaften zu Wien*, 15 mai 1863).

à Mezo-Maduras, Transylvanie, le 4 septembre 1852, et à Bremerwörde, Hanovre, le 13 mai 1855; pierres qui paraissent identiques à la météorite qui va m'occuper spécialement, et constituent, avec elle, le type lithologique appelé *Parnallite*.

» La pierre de Parnallee offre une structure remarquable. M. Silliman, en publiant le travail de M. Cassel, qui vient d'être cité, la qualifie de *pisolithique* (1). Mais cette expression est évidemment impropre, car la structure de la roche extra-terrestre est rigoureureusement celle de nos grès à gros grains. Il est bien vrai que certaines particules pierreuses sont enveloppées de couches successives de troïlite, et que du fer nikelé est venu quelquefois s'appliquer sur certains grains de nature variée (circonstances qui se trouvent réunies, par exemple, dans l'échantillon n° 115); mais cela résulte manifestement d'actions postérieures à la formation même du conglomérat. Les grains dont se compose celui-ci sont, exactement, de petits cailloux, souvent anguleux, parfois plus ou moins arrondis, et offrant, dans tous les cas, les caractères de fragments arrachés à des masses plus volumineuses. Certains d'entre eux sont brisés et ressoudés, comme on l'observe si souvent dans le grès des Vosges, par exemple.

» La roche de Parnallee est donc une *brèche*, et, par conséquent, au point de vue de la stratigraphie des météorites, elle se rattache aux mêmes considérations que les brèches de Deesa, de Saint-Mesmin, de Canellas, etc., sur lesquelles j'ai précédemment eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie. C'est même une brèche beaucoup plus complexe que ces dernières, et l'on ne saurait mieux la comparer qu'à nos *peperinos :* de même que dans ceux-ci, on peut souvent recueillir, à l'état de fragments, toute la collection de nos roches volcaniques, de même, dans le *peperino* céleste de Parnallee, on reconnaît des débris appartenant à des types météoriques très-variés (2).

» En étudiant les quatre échantillons dont les numéros ont été indiqués plus haut, j'ai distigué au moins *douze espèces distinctes de grains*, parfaitement caractérisées. Il convient de dire un mot de chacune de ces espèces.

» Cinq sont plutôt des minéraux proprement dits que des roches; ce sont : 1° de la *troïlite*, en fragments parfois très-volumineux (échantillon 177) et souvent arrondis; du fer nickelé s'est quelquefois déposé à

---

(1) *Loc. cit.*, p. 403.

(2) Certains cailloux sont eux-mêmes bréchoïdes, comme on le voit très-bien, par exemple, sur les échantillons de la chute de Mezo-Maduras.

la surface de ces fragments, et cela, manifestement après la formation du conglomérat; 2° du *fer nickelé*, non-seulement en grains tuberculeux, comme dans la plupart des météorites (forme sous laquelle il paraît s'être insinué dans la roche après sa formation), mais en fragments souvent très-anguleux : ces fragments, dont la composition diffère de celle des grains tuberculeux, dérivent probablement de quelque type de fer météorique, dont ils sont les débris; 3° du *péridot*, vert grisâtre, translucide, paraissant roulé (115), et remarquable par l'éclat que lui donne l'opération du polissage; 4° du *fer chromé*, enveloppé d'une matière pierreuse blanchâtre (177); 5° enfin, un minéral dont l'aspect est très-analogue à celui de l'*hypersthène* ou de l'*amphibole* (267) : il est gris, très-lamellaire, d'un éclat perlé, et paraît provenir, par clivage, d'un cristal volumineux. Les acides sont sans action sur lui, et il fond difficilement, en émail gris.

» Les sept autres espèces de grains sont franchement des roches. Je les diviserai en deux groupes, suivant que j'y aurai reconnu ou non des types lithologiques constituant des météorites distinctes.

» Les dernières sont au nombre de trois, savoir : 6° une roche grise scoriacée, sans grenailles métalliques (177, 267) : elle est extrêmement remarquable, à cause des actions qu'elle semble révéler, et qui ne sont sans doute pas sans analogues avec celles dont on voit la trace sur certains fragments empâtés dans nos roches volcaniques; 7° une roche d'un gris foncé, contenant de petites grenailles métalliques (115); 8° enfin, une roche gris clair, légèrement ocracée (115), que je ne fais que mentionner, parce qu'elle n'est peut-être qu'un produit d'altération d'une autre espèce. On est pleinement autorisé, je crois, à regarder ces trois sortes de grains comme représentant des types météoriques qui tomberont peut-être un jour sur le sol à l'état de masses monogéniques. Du moins, est-on naturellement conduit à cette opinion par l'examen des quatre dernières espèces de fragments dont il me reste à parler, et dont une étude, aussi complète que le permet leur petitesse, montre l'identité avec des types météoriques déjà connus.

» Ce sont : 9° une roche blanche, grenue, renfermant des grenailles de fer nickelé et de troïlite (177), et qu'il est facile de reconnaître au premier coup d'œil pour le *Lucéite* : on sait que cette roche est représentée au Muséum par une trentaine de chutes différentes; l'examen microscopique de la poussière, l'action du chalumeau, de l'aiguille aimantée et des acides confirment cette identité; 10° une roche d'un blanc de plâtre, contenant de tout petits grains noirs (267, 400); elle est absolument insoluble

dans les acides, et fond très-difficilement au chalumeau, en un émail blanc; l'étude microscopique m'a conduit à y reconnaître la *Chladnite*, roche qui constitue la météorite, jusqu'ici exceptionnelle (la seule, par exemple, qui soit enveloppée d'une croûte blanche), qui est tombée, le 25 mars 1843, à Bishopville (Caroline du Sud); 11° une roche parfaitement noire, contenant des grenailles de fer nickelé et de sulfure, et remarquable par sa grande dureté (**115**, **267**); malgré la petitesse des grains qu'elle forme, on arrive à reconnaître son identité avec la *Tadjérite*, roche métamorphique, que la chute du Tadjera (Algérie) (9 juin 1867) nous a seule fournie jusqu'ici, et qu'on retrouve en fragments empâtés dans le fer éruptif de Deesa et d'Hemalga; 12° enfin, une roche d'un gris verdâtre, friable, grenue, très-cristalline, sans trace de grenailles métalliques, mais contenant d'assez nombreux petits grains noirs de fer chrômé (**115**, **267**, **400**, et tout spécialement **177**) : elle résiste au chalumeau, mais est aisément attaquée par l'acide chlorhydrique, et la solution renferme beaucoup de magnésie; en un mot, elle ne se distingue pas du type lithologique appelé *Chassignite*, qui ne nous est connu que par la pierre tombée le 3 octobre 1815, à Chassigny, dans la Haute-Marne.

» On voit, d'après ces résultats, comment une analyse chimique du genre de celle qui a été publiée par M. Pfeiffer est nécessairement d'un faible intérêt. Il est évident qu'un échantillon voisin de celui que l'auteur a examiné lui eût donné des nombres tout différents, à peu près comme il arriverait si l'on analysait successivement les différentes vitrines, prises en bloc, d'une collection lithologique.

» La conséquence des faits que je viens d'indiquer sommairement ne semble pas douteuse. De même que la présence simultanée, dans le *nagelfluhe* du Righi, de toutes les roches des Alpes, démontre, sans autre preuve, la relation de position de ces roches; de même, l'élévation, dans le conglomérat polygénique de Pernallee, de fragments appartenant à sept types au moins de roches météoriques distinctes, prouve la coxexistence de ces types dans l'astre d'où provient la météorite indienne. C'est, sous ce rapport, le plus remarquable des types météoriques connus; nul autre n'avait encore autant prouvé. Et ce qui ajoute à l'intérêt qu'offre cette roche, c'est qu'elle donne la première et, jusqu'ici, la seule indication de plusieurs types qui ne sont pas encore parvenus sur la terre, qui, du moins, n'y ont pas été signalés, et qui pourront nous arriver un jour ou l'autre. C'est la preuve, assez peu nécessaire, que les types connus ne comprennent

pas tous les types existants, soit que la lacune provienne d'une étude encore incomplète, ou qu'elle résulte de l'insuffisance actuelle des documents. Ajoutons que le nombre des relations stratigraphiques retrouvées, quoique déjà assez important, ne peut être qu'une fraction de celles que les roches cosmiques ont eues entre elles ; outre que l'air commun de famille de ces roches ne permet point d'en douter, l'étude de ce genre de rapports est trop récente pour avoir déjà donné tous ses fruits. Il est donc vraisemblable que l'importance relative des corps d'où tant de météorites tirent leur origine l'emporte de beaucoup sur celle que, dès ce moment, les faits connus conduisent à lui assigner. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'une caverne de l'âge du renne, aux environs de Montrejeau*. Lettre de **M. Piette** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie la découverte que je viens de faire, en compagnie de M. Fourcade, naturaliste à Luchon, d'une caverne de l'âge du renne à 1 kilomètre au nord-ouest de la gare de Montrejeau. Elle est située à environ 100 mètres au-dessus du niveau de la Garonne, dans un massif calcaire. Son ouverture a $15^m,75$ de large. Sa longueur est de 21 mètres; sa hauteur maximum est de 4 mètres.

» Le sol y est composé d'un amas de cendres et de débris mêlés à de la terre, des cailloux roulés, des fragments de calcaire. Cette assise, dont l'épaisseur varie entre $0^m,60$ et $1^m,50$, contient de très-nombreux ossements de renne, de cerf (*cervus elaphus*), de sanglier, d'isard, de bœuf (deux espèces), de cheval (deux espèces), et, en outre, quelques os de blaireau, de renard, d'ours (*ursus arctos*) et d'oiseaux. J'y ai aussi recueilli des vertèbres de gros poissons. Les silex sont tellement abondants qu'il n'est pas de pelletée de terre qui n'en contienne 3 ou 4. Ils sont petits, finement taillés, parfois retouchés sur les bords, et présentent tous les caractères des silex ordinaires de l'âge du renne. Quelques ossements humains sont mêlés dans ces amas, mais je n'y ai pas vu de squelette humain entier. J'y ai recueilli un humerus, trois radius, un fragment de tibia, des côtes, un axis, deux mâchoires (l'une d'un enfant de huit ans, l'autre d'une personne de dix-sept ans). Mais les objets les plus intéressants que j'y ai rencontrés sont des fragments de cornes travaillés en flèches diverses (flèches à ramifications et autres) et une multitude de poinçons en os, qui rappellent entièrement les découvertes faites dans la grotte de la Vache. Il y a pourtant une différence entre ces objets et ceux de cette grotte : c'est que leurs ornements sont toujours composés

de points et de lignes se croisant, tandis que ceux des instruments de la caverne de la Vache représentent parfois des animaux. Une quantité considérable de débris d'os indéterminables, cassés en long, gît dans la terre mêlée de cendres; on voit, sur beaucoup d'entre eux, la trace des coups qui leur ont été donnés pour en extraire la moelle.

» La couche qui contient tous ces débris est friable à droite de l'entrée; on l'enlève comme on enlèverait du sable. A gauche, dans le fond de la grotte, elle est solidifiée et forme une véritable brèche noire, séparée en trois assises par deux minces bancs de stalagmites. C'est au-dessous des deux bancs de stalagmite que j'ai recueilli les deux radius d'enfant.

» Sous cette couche caractéristique, et incontestablement de l'âge du renne, est une argile jaune qui contient de larges silex, très-différents de l'amas supérieur. Nous n'y avons pas trouvé d'ossements. Son épaisseur ne dépasse pas 15 centimètres.

» La montagne où est située cette grotte est perforée en beaucoup de sens. Je vais faire fouiller deux autres ouvertures. Il ne manque pas de cavernes dans les environs. Je désignerai notamment, aux personnes qui voudraient étudier celles de la Haute-Garonne, la grotte de Trou-Bas et celle de Trou-Saoul, près Montléon, qui semblent promettre d'abondants débris. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les cavernes à ossements des Baoussé-Roussé.* Note de **M. E. Rivière**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les cavernes des Baousssé-Roussé sont au nombre de sept (1); elles sont situées le long de la Méditerranée, dans la province de Vintimiglia (Italie), commune de Grimaldi, à 500 mètres environ de la frontière de France, et à 27 ou 28 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elles sont creusées dans le calcaire crétacé inférieur, et n'ont aucune communication entre elles.

» Un plateau formé par un conglomérat de cailloux, de fragments de roches brisées, et de terre rougeâtre provenant des éboulements supérieurs de la montagne, et cimentés par un dépôt calcaire des eaux d'infiltration, s'étendait, avant les travaux du chemin de fer d'Italie, de ces cavernes au bord de la mer par une pente prononcée (2). Ce plateau, ayant été coupé au-devant et presque au pied même des quatre premières cavernes par une

(1) Généralement connues sous le nom de *grottes de Menton.*

(2) Ce plateau existe encore au niveau des cinquième et sixième cavernes, et n'a jamais été fouillé.

tranchée de 11 à 12 mètres de profondeur, pour le passage de la voie ferrée, m'a permis de recueillir :

» 1° Une quantité considérable d'ossements, de mâchoires, de dents, de têtes, de bois, appartenant à divers animaux; les indications bienveillantes de MM. A. Gaudry et Fischer m'ont aidé à déterminer les quelques espèces suivantes : *Equus;* les dents molaires inférieures présentent des boucles plus arrondies que chez le cheval ordinaire; *Bos urus*, *Rhinoceros* (3), *Cervus elaphus*, *Capra*, *Sus scrofa;* un autre *Sus* du groupe *larvatus*, dont le maxillaire supérieur présente la saillie qu'on remarque sur l'échantillon placé au Muséum, qui a été trouvé en 1869, au val d'Arno, près de Florence, par la marquise Polucci; *Arctomys primigenia*, *Lepus cuniculus; Ursus,* plus petit que le *spelæus; Felis*, de grande taille; *Hyæna*, *Canis vulpes*.

» 2° Un grand nombre d'autres objets, tels que : coquilles de mollusques, ayant dû servir pour la plupart à la nourriture de l'homme ; des instruments en os et en silex, de diverses époques; des amas de cendres et de charbon, provenant de quatre foyers superposés et séparés les uns des autres par une couche de conglomérat de 1 à 2 mètres de hauteur.

» Les cavernes des Baoussé-Roussé n'avaient été fouillées jusqu'alors qu'à une faible profondeur, d'abord par M. Grand (de Lyon), en 1845; puis en 1858, par M. le Dr Pérès (de Gênes), M. Forel (de Morges, en Suisse) et M. Gény (de Nice). Enfin, l'hiver dernier, M. Möggridge, botaniste anglais, a fait quelques recherches et recueilli certains ossements pendant le cours de mes travaux.

» Dans les nouvelles fouilles que je vais entreprendre, sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique qui a bien voulu m'en confier la mission, je continuerai le mode de travail en tranchée, qui, en offrant une coupe verticale, permet de constater le nombre et la hauteur des foyers, en même temps qu'il permet d'établir, avec une exactitude rigoureuse, la contemporanéité de l'homme et de certaines espèces animales, ainsi que l'âge de chacun de ces foyers, par la nature des instruments et leur état d'ébauche ou de perfection. »

---

(1) Il a été trouvé à 14 mètres de profondeur et à plus de 3 mètres au-dessous du dernier foyer.

HOMME PRÉHISTORIQUE. — *Sur la distinction à établir entre les races humaines dont on a trouvé les traces dans la grotte d'Aurignac.* Note de **MM. Cartailhac** et **Trutat**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait.)

« En arrivant à la grotte, nous fûmes tout d'abord frappés de la coloration de ses parois; en bas, jusqu'à une certaine hauteur, elles étaient jaunâtres, puis, au-dessus, on remarquait une large bande d'une nuance plus claire. Ces différentes couleurs répondaient évidemment à deux assises très-distinctes de terre, qui avaient rempli la cavité en se superposant à deux époques.

» En effet, çà et là, dans la terre plus sombre de la base, dans les fissures et anfractuosités de la roche, nous avons recueilli une dent de Rhinocéros, une autre de Renne, des fragments d'os d'*Ursus spelæus,* deux silex du type grattoir, bien taillés et caractéristiques.

» Plus haut, en continuant ces minutieuses investigations, nous n'avons trouvé dans l'étendue de la couche supérieure blanchâtre que des témoins d'un autre genre et d'un autre âge : un petit tesson de poterie, une belle rondelle percée de *Cardium* et quelques petits os d'homme ou d'animaux sauvages actuels.

» Si, comme il arrive tant de fois, nous nous étions trouvés dans une grotte vidée jadis sans préoccupations scientifiques, et si, par suite, nous avions été privés de tout renseignement sur ces fouilles, dans l'état actuel de la science préhistorique, nous aurions forcément tiré de ces témoins de l'industrie et de la faune une confirmation précise de la non-contemporanéité des deux couches déjà distinguées par la couleur.

» D'un autre côté, nous pouvons nous rapporter aux détails donnés par M. Éd. Lartet à une époque où notre conclusion était probablement impossible à deviner; et nous reconnaissons alors « l'assise inférieure formée par » le remblai intérieur, le *substratum* de la sépulture, où les ossements de » carnassiers dominaient par le nombre » et qui, avec une composition un peu différente, n'était sans doute que le prolongement du foyer quaternaire de la plate-forme extérieure.

» Nous voyons aussi, au-dessus, « le remblai supérieur de terre meuble, gisement des squelettes humains et des rondelles de *Cardium* ». C'est cette couche, dont la base avait été quelque peu mélangée avec la surface du dépôt quaternaire, au moment des funérailles ou lors de l'exhumation. En 1852 elle fut enlevée, quand après la découverte, on voulut transporter au cimetière les ossements humains, puisque la cavité sépulcrale était vide,

en 1859, sur une hauteur de $2^{m},50$, à partir du sommet de la voûte, c'est-à-dire jusqu'au gisement quaternaire.

» Il faut se souvenir enfin que l'enquête ne put pas établir quels étaient les rapports de la dalle dressée contre l'ouverture avec le remblai quaternaire, et si elle interrompait ou non la continuité du dépôt intérieur avec la partie extérieure.

» Après cet examen et la constatation de ces faits, les doutes que l'on avait manifestés jadis, sur la contemporanéité de la sépulture et du foyer nous revinrent à la mémoire et s'imposèrent à notre esprit.

» Cette superposition nettement indiquée et les différences de divers ordres constatées entre les deux couches permettent : 1° de maintenir que la grotte d'Aurignac a servi de station à l'homme quaternaire, dont le foyer et les débris de repas sont le point de départ des conclusions capitales que tant de découvertes ont si vite justifiées ; 2° de croire que longtemps après cette première occupation elle a servi de crypte sépulcrale.

» La poterie et les rondelles percées de *Cardium* que l'on n'a jamais d'ailleurs retrouvées en dehors de l'âge de la pierre polie, nous donnent aujourd'hui le droit d'assimiler cette sépulture à celles de Saint-Jean-d'Alcas, de Durfort, de Sinsat et de tant d'autres, dans lesquelles reposent les hommes des temps néolithiques.

» Si nos conclusions sont exactes, il faudrait renoncer au festin des funérailles et à tout ce que l'on pourrait appeler la *Poésie d'Aurignac*. Il ne faudrait pas regretter outre mesure la perte des ossements humains, et, dans l'étude des quelques débris que l'on a pu recueillir à la surface remaniée de la couche inférieure, on devra se souvenir de leur âge relativement récent. Enfin, et comme conséquence naturelle, il serait nécessaire d'étudier de nouveau plusieurs grottes qui ont montré une sépulture au-dessus d'une couche quaternaire, et l'on devrait réviser, s'il y a lieu, les conclusions qui présentaient les deux gisements comme contemporains. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La bourrasque du 11 juillet et les orages à grêle dans l'est de la France.* Note de **M. P. Guyot.**

« Le 17 juillet, l'Académie a reçu une Communication de M. Chapelas sur la bourrasque du 11 juillet 1871 ; cette tempête de vents ne s'est pas simplement fait sentir à Paris, mais aussi, croyons-nous, dans plusieurs autres villes de France.

» A Nancy, elle a été très-forte. Le matin, la pluie n'avait presque pas

cessé de tomber; un orage éclata sur la ville et ses environs à 1 heure moins quelques minutes, mais il dura peu de temps. C'est alors qu'un vent assez violent commença à se déchaîner sur la ville; il dura jusqu'au soir, quoiqu'il fût interrompu par quelques petits orages, suivis d'un arc-en-ciel double, à 5 heures du soir. La route de Neufchâteau fut couverte de branches cassées, provenant des arbres qui bordent le chemin. Vers $7^h 30^m$, le ciel était presque entièrement rouge. Dans la soirée, il régna un vent très-froid qui fut suivi de pluie pendant la nuit.

» La veille, 10 juillet, il y avait eu un petit orage à 4 heures du matin; un second à midi 45^m, ainsi que des pluies d'orage à $5^h 7^m$ et 7 heures du soir. Il plut aussi une grande partie de la nuit.

» Le 8, une bourrasque de vent avait eu lieu dans la journée. Le 9, le temps fut excessivement lourd et la chaleur étouffante; le ciel fut nuageux dans la journée et diversement coloré dans la soirée.

» Le 12 juillet, on signala aux météorologistes de la région nord-est de la France les faits suivants :

» 10 juillet. — Deux orages, venant l'un du nord-ouest et l'autre du sud-ouest, se sont rencontrés au-dessus de Strasbourg et de ses environs immédiats. Il y eut une pluie torrentielle et beaucoup de grêle. Sur le chemin de fer de Kehl à Appenweier, l'ouragan arracha plusieurs poteaux du télégraphe, de sorte que le train descendant fut obligé de s'arrêter au milieu de la ligne, pour attendre que la voie fût libre. Les grêlons étaient de la grosseur d'une petite noix; bien des vitraux ont été cassés. Les vignes ont beaucoup sonffert.

» Nuit du 10 au 11 juillet. — Un ouragan terrible s'est déchaîné sur la partie du village de Nully (Haute-Marne), dite *des Moulins*. Il a effondré une bergerie, renversé les murs, dispersé la charpente et envoyé les tuiles à des distances incroyables. Le corps de logis a également souffert; les cheminées sont renversées, les fenêtres brisées et la maison tournée de côté. Au même moment, dans l'intérieur du village, l'orage coupa un coin de toiture de grange, brisa un camion et en transporta les morceaux assez loin.

» La même nuit, un orage de grêle s'est abattu sur Foug (Meurthe). En un instant, les rues furent transformées en torrents : presque tous les foins coupés furent emmenés par les eaux. Beaucoup d'éclairs; la foudre est tombée, à plusieurs reprises, aux environs du village.

» Nous ajouterons, ici, pour servir à l'histoire des orages de 1871, que l'arrondissement de Toul, dans lequel se trouve Foug, et principalement les communes de Boucq, Lucey, Lagney, Bruley, Laneuveville, fut éprouvé

par un orage terrible, mêlé de grêle, qui causa pour plus de deux millions de francs de dégâts. Le même jour, à 4 heures du soir, il éclata sur Nancy; à $4^h 30^m$ sur Crantenoy et à $5^h 30^m$ sur Bischwiller. Partout il y eut de la grêle et un vent impétueux.

» Le 26 juin, un nouvel orage, mêlé de grêle, a éclaté sur Nancy, à midi 30^m; puis, un second, à 3 heures. Le temps fut subitement refroidi. La pluie continua les 27 et 28.

» Mentionnons aussi l'orage qui a éclaté, le 3 juillet à 6 heures du soir, sur Bar-le-Duc; il commença par une pluie diluvienne et se termina par une forte grêle. Ce même jour, Nancy eut un orage vers 7 heures du soir.

» Dans le mois de mai, il y eut :

» 2 mai. — Orage avec grêle en grande abondance à Hommarting.

» 26 mai. — Très-fort orage, mêlé de beaucoup de grêle, à Nancy et sur les environs, et principalement à Villiers, Bouxières, Frouard, Laxou. Le même jour, un pareil orage eut lieu à Épinal et sur les territoires de Golbey et de Domèvre. Beaucoup de dégâts à Vincey, Portieux, Ussegney et Châtel. »

M. Foucaut adresse, par l'entremise de M. *A. Callaud*, un Mémoire sur un nouveau câble télégraphique.

Cette pièce sera soumise à l'examen de M. Becquerel.

M. Poulet soumet au jugement de l'Académie un Mémoire concernant certains procédés qui permettraient de suppléer au défaut d'eau, pour la boisson de l'homme et des animaux, aux époques de grande sécheresse.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. P. Thenard.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 10 juillet 1871.)

Page 143, ligne 35, *au lieu de* Dr Maupin, *lisez* Paul Mansion.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation d'un Arrêté de M. le Président du Conseil, Chef du pouvoir exécutif de la République française, qui approuve l'élection de M. *Lacaze-Duthiers*, faite par l'Académie dans la séance du 31 juillet, pour remplir, dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, la place laissée vacante par le décès de M. *Longet*.

Il est donné lecture de cet Arrêté.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Lacaze-Duthiers** prend place parmi ses confrères.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *H. Lecoq*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Clermont-Ferrand, le 4 août 1871.

Après avoir donné lecture de la Lettre par laquelle le frère de M. H. Lecoq annonce à l'Académie cette triste nouvelle, M. Élie de Beaumont rappelle en quelques mots ses principaux titres à la reconnaissance et aux regrets du monde savant : une carrière de plus de quarante années consacrée, à Clermont-Ferrand, à l'étude et à l'enseignement de l'Histoire naturelle,

et plus particulièrement de la Botanique et de la Géologie; des herborisations et des courses géologiques presque continuelles dans toutes les parties de la France centrale; de nombreux Mémoires et plusieurs Ouvrages importants sur les terrains volcaniques de l'Auvergne et sur les sources minérales qui les accompagnent, le tout couronné par deux grands Ouvrages, dont l'un, intitulé *Études sur la Géographie botanique de l'Europe et en particulier sur la Végétation du plateau central de la France,* ne compte pas moins de neuf volumes in-8°, et dont l'autre est une *Carte géologique du département du Puy-de-Dôme*, à l'échelle du quarante-millième, l'une des plus soignées et des plus complètes qui aient été consacrées à la constitution minérale d'aucun pays d'une égale étendue.

« Mais ce n'est là, ajoute M. le Secrétaire perpétuel, que la moitié de la vie scientifique de M. Lecoq, dont une grande partie a été consacrée à enseigner et à faire aimer à Clermont la Botanique et la Géologie dans des cours suivis avec ardeur par un très-nombreux auditoire, et qui ont amené, il y a quelques années, la création de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, dont il fut le père et le doyen.

» Pharmacien de profession et d'une activité égale à la variété de ses connaissances, M. Lecoq a doté en outre de nombreuses et bienfaisantes institutions la ville de Clermont, dont il fut l'un des citoyens les plus utiles et les plus dignes de regrets. Il n'y était pas né, mais on y dira longtemps de lui *pertransiit bene faciendo.* »

M. Delaunay, en présentant à l'Académie ving-cinq numéros du *Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris* (n°s 17 à 41), s'exprime ainsi :

« Ce Bulletin contient les éphémérides des étoiles fondamentales, ainsi que les observations des petites planètes faites tant à Paris qu'à Greenwich. On sait qu'il existe entre les deux observatoires de Paris et de Greenwich une convention d'après laquelle les petites planètes sont observées à Greenwich pendant la première moitié de chaque lunaison, et à Paris pendant la seconde moitié. Les n°s 14, 40 et 41 du *Bulletin astronomique* font connaître le résultat des observations faites d'après cette convention dans les deux observatoires pendant tout le cours de l'année 1870. Le nombre de ces observations s'élève, pour Greenwich à quatre-vingt-trois et pour Paris à cent dix.

» L'Académie me permettra de lui faire remarquer que ces cent dix observations de Paris ont été faites dans l'espace de cinq mois seulement, du 23 mars au 25 août. C'est un indice frappant de l'activité avec laquelle les observa-

tions se faisaient dans notre Observatoire lorsque la guerre est venue malheureusement les interrompre. Dn reste, ce n'est pas seulement dans les observations des petites planètes que cette activité s'est manifestée. Dans le même intervalle de temps, plus de neuf mille observations ont été faites aux instruments méridiens; toutes ces observations sont réduites et prêtes pour l'impression. Sans comparer ce résultat du travail de cinq mois à celui de chacune des années antérieures à 1870, je me bornerai à dire qu'il équivaut au travail d'une bonne année moyenne à l'Observatoire de Paris, et que si la guerre n'était pas venue tout interrompre, nous aurions eu en 1870 une année exceptionnelle.

» Le travail a repris cette année, depuis deux mois, d'une manière tout aussi satisfaisante. Quelques élèves, introduits récemment à l'Observatoire, se sont initiés peu à peu aux méthodes d'observation et de réduction, et commencent à prendre part aux travaux réguliers de l'Établissement. J'ai l'espoir que, sous peu, toutes les questions relatives à l'astronomie stellaire pourront être abordées par nos astronomes et leurs jeunes collaborateurs. Quelques-uns de ces travaux, d'un caractère tout personnel, qui font la vie des observatoires, sont en bonne voie de préparation, et n'attendent que la restauration complète de nos instruments pour être mis à exécution. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques au sujet du bolide observé dans la nuit du 17 au 18 mars 1871; par* **M. ÉLIE DE BEAUMONT.**

« Dans la séance du 19 juin (1), M. Charles Sainte-Claire Deville a fait connaître à l'Académie l'observation faite par M. A. Briffault d'un bolide très-brillant qui a traversé l'horizon de la ville de Tours vers le milieu de la nuit du 17 au 18 mars dernier.

» Dans la séance du 24 juillet (2), notre savant confrère a signalé, d'après le P. Denza, les observations faites dans un grand nombre des points de l'Italie vers le milieu de la même nuit du 17 au 18 mars, d'un bolide qui a présenté des apparences tout à fait analogues à celles du bolide de Tours.

» Je crois devoir rappeler, de mon côté, que c'est également vers le milieu de cette même nuit du 17 au 18 mars qu'un bolide remarquable a été observé à Saintes (par M. Xambeu), à Chatellerault (par M. Crevaux) (3), à

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 788 (séance du 19 juin 1871).
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 241 (séance du 24 juillet 1871).
(3) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 328 (séance du 20 mars 1871).

Castillon-sur-Dordogne (par M. Paquenée), à Nérac (par M. Lespiault), à Carcassonne, dans le canton de Saint-Seine (Côte-d'Or) (par M. Vauquelin), à Paris, et entre Vitré et Rennes (1).

» Les circonstances de toutes ces apparitions sont à peu près identiques et remarquables particulièrement par l'étendue et la longue persistance de la traînée lumineuse que le bolide a laissée sur son passage. Elles conduisent naturellement à penser qu'on a vu, dans toutes les localités citées, un *seul et même bolide*.

» Ce bolide, observé ainsi depuis la Bretagne jusqu'en Italie, me paraîtrait mériter de fixer l'attention par la *longueur de la trajectoire* qu'il aurait parcourue à portée de la vue des habitants de la terre. Son identité, dans tout l'espace où il a été remarqué, deviendrait d'autant plus certaine que le nombre des observations dont il aurait été l'objet sera plus grand, et que les points d'où il aurait été signalé formeront sur la surface de la terre un réseau plus serré. C'est afin de provoquer la réunion et la concentration de ces observations que je me permets d'indiquer, pendant que les souvenirs sont encore présents, à toutes les personnes qui ont pu voir ce bolide, n'importe en quelle localité, l'utilité qu'il y aurait à publier leurs remarques à son sujet, quelque fugitives qu'elles pussent être. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le *prix de la Fons-Mélicocq*, en 1871.

MM. Brongniart, Gay, Duchartre, Decaisne, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tulasne, Naudin.

L'Académie procède, par la voix du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le *prix Gegner*, en 1871.

MM. Dumas, Chevreul, Becquerel, Combes, Chasles réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne Edwards, Élie de Beaumont, Cl. Bernard, Mathieu.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 383 et 384 (séance du 27 mars 1871).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur la production artificielle des substanees calcaires, telles qu'on les rencontre dans l'organisme.* Note de **M. Harting.**

(Commissaires : MM. Fremy, Robin, Lacaze-Duthiers.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats déjà obtenus, dans une longue série de recherches qui m'ont occupé pendant les mois derniers pour la reproduction artificielle de certaines substances calcaires, telles qu'on les rencontre dans l'organisme de divers animaux. C'est en quelque sorte une morphologie synthétique, qui vient prendre sa place à côté de sa sœur aînée, la chimie synthétique.

» J'ai déjà réussi à imiter la plupart des formes bien connues que prend le carbonate de chaux dans l'organisme vivant, tels que les concrétions biliaires et autres, les formes très-variées des otolithes, les perles, les coccolithes, les spicules ou sclérites des Alcyonnaires, les diverses substances qui composent les coquilles des Mollusques, la calcification du cartilage, les couches calcaires des écailles des Poissons osseux, etc. Parmi les productions calcaires de l'organisme, il n'y a que les pièces du squelette tégumentaire des Échinodermes et la substance osseuse du squelette des Vertébrés qui m'échappent encore jusqu'ici. Quant à la dernière cependant, je ne désespère pas de parvenir à l'imiter, ayant déjà rencontré certains faits qui peut-être me mettront sur la voie.

» Les méthodes dont j'ai fait usage pour obtenir ces productions, en tâtonnant d'abord quelque peu, ont surtout pour but d'imiter la nature d'aussi près que possible, dans la lenteur de ses procédés. Je fais naître les combinaisons calcaires, au milieu des liquides organiques, par la double décomposition, retardée par une très-lente diffusion. J'espère pouvoir bientôt publier le Mémoire, déjà rédigé en partie et écrit en français, dans lequel je donne la description détaillée tant des méthodes que des produits que j'ai déjà obtenus. L'exécution des figures, qui sont en grand nombre, en retarde pourtant encore la publication pour un certain temps. C'est pour cela, qu'ayant déjà montré quelques-uns de ces produits à plusieurs personnes, je me fais un devoir d'en prévenir aussi l'Académie.

» Je joins à cette lettre un petit nombre d'échantillons de quelques-unes de ces productions calcaires artificielles. Peut-être M. Robin, qui a si bien décrit plusieurs des productions calcaires naturelles, et qui l'an

dernier m'a honoré d'une visite, voudra-t-il bien examiner ces résultats. J'en possède encore bien d'autres et de plus remarquables, mais en quantité trop petite pour en faire l'envoi. »

M. A. **Brachet** adresse plusieurs nouvelles Notes, relatives aux modifications qu'il propose pour l'application de la lumière électrique à l'éclairage.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la deuxième édition des « Leçons élémentaires de Géologie appliquée à l'Agriculture », par M. *Meugy*, édition à laquelle l'auteur a fait de nombreuses additions.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Michel Levy*, d'un ouvrage portant pour titre : « Mémoire sur les principaux champs de filons de la Saxe et de la Bohême septentrionale », par MM. *Michel Levy* et *Choulette*, et donne lecture des passages suivants de la lettre d'envoi :

« J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint, pour en faire hommage à l'Académie des Sciences, un exemplaire d'un Mémoire sur les principaux champs de filons de la Saxe et de la Bohême septentrionale, qui a paru dans les *Annales des Mines* (t. XVIII, 1870), et que j'ai composé en collaboration avec le regretté M. Choulette, ingénieur des Mines, tué au mois de janvier dernier à Belfort (1).

» Nous nous sommes proposé d'étudier les principales directions de plissements et de cassures qui affectent les terrains stratifiés de la Saxe, et de déterminer autant que possible l'âge des remplissages éruptifs ou concrétionnés qui s'y présentent sous forme de dykes ou de filons.

» Le *Longmynd* (N. 35° E., direction rapportée à Freiberg) a plissé la granulite et fissuré les granites anciens, principalement aux environs d'Abertham, où des filons dirigés N. 33° E. contiennent une venue stannifère, composée de petits cristaux d'oxyde d'étain visibles à l'œil nu, à mâcles souvent très-compliquées, dans un granite grenu, pauvre en mica, riche en feldspath.

---

(1) Ce nouveau travail de MM. Michel Levy et J. Choulette fait suite à leur Mémoire sur les filons de Przibram et de Mies, publié en 1869 dans les *Annales des Mines*, 6e série, t. XV, p. 129; et présenté à l'Académie dans la séance du 24 mai 1869 (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1205).

» Le *Morbihan* (N. 140° E.) est le système ancien dont les plissements s'accusent avec le plus d'énergie dans les gneiss et les schistes azoïques de l'Erzgebirge. Ses cassures ont servi à l'épanchement des granites à gros grains et des syénites (environs de Meissen, de Schneeberg, etc.), qui s'y trouvent quelquefois en filons très-minces. Certains dykes de kersantons grünsteiniques affectent aussi la direction des fentes du Morbihan, que les filons métallifères ont d'ailleurs plusieurs fois réouvertes, notamment aux époques du Thuringerwald et du mont Viso.

» Le *Westmorland*, légèrement dévié comme à Przibram de la direction que lui a assignée l'auteur de la *Notice sur les systèmes de montagnes*, et orienté N. 51° E., a déterminé le soulèvement principal de la granulite, et celui des gneiss, schistes et grauwackes au nord-ouest du plateau de Frieberg. C'est principalement par ses fentes que se sont épanchés les granites porphyroïdes, les greisens, le gneiss rouge éruptif, et les grünsteins. De nombreux filons stannifères affectent sa direction aux environs de Geyer, Altenberg, Zinnwald; elle serait ainsi caractéristique des fentes que contiennent les stockwerks de la Saxe.

» Le *Lands-End* (N. 96° E.) a formé, dans les terrains anciens et dans la grauwacke de Riechberg, trois bandes de plissement très-nettes; l'une d'elles a dévié, aux environs de Joachimsthal, la chaîne de montagnes de l'Erzgebirge. Les cassures du Lands-End ont donné passage aux derniers épanchements de gneiss rouge et de grünsteins; elles se rencontrent en grand nombre dans tous les champs de filons de la Saxe, constamment réouvertes par les nombreux systèmes E.-O. plus récents, et contiennent, pour ainsi dire, tous les remplissages métallifères. Elles sont caractéristiques pour la venue stannifère la plus abondante des environs d'Ehrenfriedersdorf et d'Eibenstock; cette venue est souvent accompagnée par une gangue de feldspath rose concrétionné, ou même par de vraies pegmatites en filons minces (Frischglücker mgg. à Johanngeorgenstadt). Le quartz qui l'accompagne est facile à reconnaître : son éclat gras, sa tendance à cristalliser en prismes à retraits successifs le distingent de tous les autres quartz; avec lui se présentent souvent une matière verdâtre stéatiteuse et tous les minéraux accompagnateurs de l'étain, y compris le mica lithique, l'apatite, le bismuth natif.

» La base du terrain houiller porte, aux environs de Hainichen, les traces violentes d'un accident orienté N. 60° E., sur lequel s'étendent horizontalement les couches supérieures du bassin houiller de Zwickau. Cette réouverture du Westmoreland coïncide, comme direction, avec le *Primitif de Lisbonne*, dont elle est fort peu éloignée, et qui d'ailleurs est jalonné, par des accidents parallèles et d'un âge analogue, depuis le bassin de Saarbrück jusqu'à celui de Saint-Étienne. Cette direction est, en Saxe, celle de dykes de porphyres quartzifères anciens (Schmiedeberg, Freiberg); elle constitue de nombreux filons contenant la formation sulfurée de Freiberg, au nord-ouest de ce champ de fractures.

» Le *Forez* (N. 172° E.) a produit les fissures par lesquelles se sont épanchés les porphyres quartzifères rouge et vert d'Altenberg, qui englobent les stockwerks du pays. De nombreux faisceaux de cette direction contiennent la formation sulfurée de Freiberg.

» Le *nord de l'Angleterre* (N. 6° E.) constitue des faisceaux très-importants à Freiberg, constamment réouverts par les filons du Rhin, dont il est cependant facile de les distinguer, sur un plan convenablement réduit.

» Entre le Forez et le Rhin, les épanchements porphyriques, à Meissen, Tharaudt, Zwickau, se sont continués par une venue de porphyres quartzifères et de mélaphyres dont

les directions sont difficiles à déterminer, mais dont les coulées, souvent puissantes, se sont intercalées dans les assises du rothliegendes inférieur.

» Le système du *Rhin* paraît avoir servi à l'épanchement de nombreux filons d'argilophyres (felsitfels de Braunsdorf); les pechsteins, riches en sanidine de Saxe, en affectent constamment la direction. Elle caractérise très-nettement la venue sulfurée ancienne (Freiberg, Marienberg, Annaberg, Schneeberg), qui, lorsqu'elle est complète, présente les remplissages suivants, en commençant par le plus ancien :

» 1° Quartz gris avec mouches de mispickel argentifère;

» 2° Mélange caractéristique de blende noire, galène argentifère (1,5 à 2 pour 1000 d'argent), pyrite de fer et cuivre, mispickel;

» 3° Quartz blanc laiteux;

» 4° Manganèse carbonaté et dolomite, avec quartz cristallisé à cassure vitreuse, mouches de galène très-argentifère (5 pour 1000 d'argent), de politélite, mispickel, blende brune, argent-rouge, etc.

» Le *Thuringerwald* (N. 132° E.) a donné issue aux porphyres les plus récents des environs de Freiberg; ces porphyres trachytiques, vacuolaires et riches en sanidine, coupent et rejettent (Siebenlehn) les venues métallifères précédentes, qui se trouvent, au contraire, en filons dans les autres porphyres. Le Thuringerwald a produit, à travers les schistes anciens et les terrains houillers de l'Erzgebirge, des failles considérables, dont le remplissage le plus fréquent consiste en une barytine massive (Freiberg, Marienberg), qui coupe tous les remplissages et toutes les roches précédemment énumérées. Cette venue, exclusivement barytique dans les schistes, les gneiss, la granulite, se modifie dans le granite, et passe à un remplissage d'hématite rouge et de quartz corné (rother-horn), avec druses d'améthiste.

» La venue ferrugineuse et barytique se continue après le soulèvement de l'*Erzgebirge* (N. 57° E.), dont les retentissements parallèles se sont surtout fait sentir vers la Bohême, tandis que les plaines de la Saxe, jusqu'à la ligne de faîte, ne présentent guère que des cassures perpendiculaires (N. 150° E.) qu'il est difficile de distinguer des fentes du *mont Viso* (N. 162° E.). Quoi qu'il en soit, les filons compris entre 150 et 160 degrés présentent, en Saxe, la venue ferrugineuse précédente, qui fait place, dans les plus récents d'entre eux, à un abondant remplissage de fluorine, avec accompagnement de barytine lamelleuse, de braunspath, de cuivre gris et pyriteux (Annaberg, mine de Segen-Gottes, près Roswein).

» Les *Pyrénées* (N. 114° E.) ont produit dans la vallée de l'Elbe un grand accident, étudié depuis longtemps, qui intéresse tout l'étage de la craie, fait paraître au jour des calcaires jurassiques, et a renversé le granite ancien sur les formations précédentes. Ce système devait avoir des retentissements considérables dans les champs de filons de la Saxe; les faisceaux qu'on doit lui rapporter ont réouvert une partie des anciens filons du Lands-End, du Thuringerwald, du mont Viso; ils contiennent une venue importante au point de vue métallifère :

» 1° Quartz grenu saccharoïde d'un blanc éclatant;

» 2° Sulfo-antiminio-arséniures de cobalt, nickel; bismuth natif, galène à teneur variable en argent, blende jaune, etc.

» Cette même venue se trouve dans les mêmes directions à Churprinz, Segen-Gottes, Annaberg, Marienberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal; elle est quelquefois suivie (Churprinz) par un remplissage de barytine et de fluorine grenues, concrétionnées.

» Les *Alpes occidentales* (N. 35° E.) ont produit à Frieberg et à Schneeberg un phénomène remarquablement constant de réouverture des filons du Rhin; cette réouverture brise le remplissage sulfuré ancien qui se trouve dans ces filons, coupe et rejette les veines barytiques, fluorées, cobaltifères, dont les remplissages traversent cependant la venue sulfurée ancienne. Les fentes des Alpes occidentales contiennent souvent des veinules de calcite et de dolomite.

» Entre les Alpes occidentales et les Alpes principales commence, dans les filons, l'arrivée du remplissage uranifère (Pechblende, mica d'urane), toujours accompagné d'une calcite rouge ou rose. Ce remplissage affectionne les directions N. 30° E. et N. 3° E. à Joachimsthal, N. 6° E. et N. 78° E. à Annaberg.

» Il est probablement contemporain des premières réouvertures dues aux *Alpes principales* (N. 79° E.). C'est à ce système que se rapportent les grands épanchements basaltiques de l'Erzgebirge : à Joachimsthal, de nombreux filons de wacke basaltique, dirigés N. 78° E., coupent et rejettent tous les filons métallifères, y compris la calcite rouge. Ils sont, au contraire, traversés par les veinules de calcite blanche nacrée, accompagnant en certains points l'argent rouge et les minéraux argentifères les plus variés. Cette venue argentifère, la plus récente de la Saxe, se retrouve dans presque tous les champs de filons du pays; elle contribue pour un tiers environ à la production en argent des mines de Freiberg; elle a fait la richesse des anciennes mines de Schneeberg; on l'exploite à Annaberg, etc. Elle se présente en colonnes discontinues dans les remplissages plus anciens, à l'intersection des fissures E.-O. réouvertes avec les autres filons, notamment avec ceux du Rhin et du mont Viso.

» Il nous reste à mentionner la réouverture plus récente encore du *Ténare* (N. 168° E.), à laquelle se rapportent plusieurs sources thermales actuelles de l'Erzgebirge : celles de Carlsbad, et aussi la source sulfhydrique qu'on a dû récemment combattre dans les mines de Joachimsthal, au fond d'un puits foré dans le filon Geschieber.

» L'ensemble des phénomènes de remplissage en Saxe présente ainsi une continuité qu'on n'aurait pu prévoir; par exemple, les transformations physiques et chimiques des quartz et des silicates permettent, dans la plupart des cas, de leur assigner un âge géologique à première vue; les formes cristallines des différentes barytines et même celles des galènes sont aussi en relation avec leurs époques d'arrivée.

» Cette continuité n'est cependant qu'apparente, et il faut tenir compte théoriquement et pratiquement des quantités relatives de chaque minéral et de l'abondance de chaque venue; à ce point de vue, le tableau suivant peut résumer la longue succession précédente :

Greisen finement imprégné d'étain....................	du Westmoreland au Lands-End.
Filons d'étain avec gangue de feldspath et de pegmatite..	Lands-End.
Grande venue sulfurée de Freiberg....................	Rhin.
Venue de barytine massive, hématiteuse dans le granite..	Thuringerwald.
Hématite rouge, barytine lamelleuse, fluorine cuprifère..	de la Côte-d'Or au mont Viso.
Venue sulfurée, arsenicale et antimonifère de Schneeberg.	Pyrénées.
Dolomite, calcite, pechblende........................	des Alpes occidentales aux Alpes principales.
Grande venue argentifère............................	Alpes principales.
Sources thermales actuelles..........................	Ténare.

» La grande venue sulfurée de Freiberg est donc triasique, comme celle de Przibram et de Mies, comme les gisements galénifères interstratifiés de Commern et de Tarnovitz.

» La barytine massive est caractérisée en Saxe, comme en Bohème, par le Thuringerwald. Mais les filons de Saxe présentent en abondance des venues récentes, qui ne paraissent à Przibram et à Mies que comme de simples remaniements des anciennes formations.

» Telle est la venue ferrugineuse et fluorée de la Côte-d'Or au mont Viso; telles sont les venues sulfurées des Pyrénées et des Alpes principales, qui sont à rapporter au commencement et à la fin de la période tertiaire.

» Il est remarquable que ces deux grandes périodes de venues sulfurées, trias, tertiaire, soient jalonnées dans les terrains stratifiés par d'abondants dépôts de chlorure de sodium et de sulfate de chaux. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le service maréographique du canal maritime de Suez.* Lettre de **M. Ferdinand de Lesseps** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Vous m'avez fait l'honneur de me demander, il y a quelque temps, des renseignements sur le mouvement des marées et des courants dans le canal maritime.

» J'ai l'honneur de vous informer que, depuis le mois de juin dernier seulement, nous avons établi un service de maréographes. Ce service se compose de seize observateurs, qui sont placés aux points suivants du canal :

« Entrée de l'avant-port de Port-Saïd; bassin de Port-Saïd; kilomètre 1; kilomètre 34; kilomètre 54; kilomètre 69; lac Timsah; Toussoum; entrée des lacs Amers; kilomètre 133; Chalouf; kilomètre 146; bac du piquet 72; ancien piquet 20; Quarantaine; Terre-plein de Suez. »

» De six heures du matin à six heures du soir, et tous les quarts d'heure sans interruption, ils observent les hauteurs d'eau sur des échelles convenablement repérées, la vitesse et la direction des courants et des vents; de sorte qu'à un moment quelconque du jour, nous pourrons avoir la courbe de marée de Port-Saïd à Suez.

» Les renseignements ainsi obtenus vont nous permettre de connaître exactement la marche des marées dans le canal, les variations des courants, etc.; mais aujourd'hui le service n'est pas établi depuis un temps suffisamment long, pour que, des observations faites, nous puissions conclure à quelque chose de certain. Toutefois, je ne manquerai pas de vous transmettre, dès que le moment sera venu, tous les renseignements qui pourront vous intéresser (1). »

---

(1) Il ne sera peut-être pas inutile de rappeler ici les conditions dans lesquelles se trouve

MATHÉMATIQUES. — *Sur l'emploi de l'infini en mathématiques.* Note de **M. A. Transon.**

« La considération directe de l'infini est-elle requise pour l'établissement des sciences mathématiques? Eu égard à l'emploi qu'on y fait si fréquemment du mot *infini*, on croirait pouvoir, sans hésitation, répondre par l'affirmative. Mais la signification qu'on donne à ce mot, en mathématiques, n'est pas celle qu'on lui attribue en métaphysique. Dans l'enseignement des mathématiques, *l'infini n'est qu'une façon de parler*, et ce qu'on entend par cette façon de parler, c'est l'*indéfini*, c'est-à-dire l'état indéterminé d'une grandeur assujettie à croître de plus en plus, jusqu'à pouvoir dépasser toute autre grandeur de même nature qu'on aurait assignée d'avance, si grande d'ailleurs que celle-ci puisse être.

» Cette idée de l'indéfini implique notoirement celle de l'infini. Par conséquent, il n'y a pas lieu de demander si celle-ci appartient ou non à la science. Autant l'indéfini est nécessaire à l'établissement des mathématiques, autant il en est de l'infini, puisque sans l'infini l'indéfini ne pourrait pas être conçu. L'unique question est de savoir si la considération directe

---

la nappe d'eau du canal maritime de Suez, que sillonnent aujourd'hui les plus grands navires employés au commerce des Indes et de l'extrême Orient. Se confondant à ses deux extrémités, d'une part avec la mer Rouge, de l'autre avec la Méditerranée, elle ne présente, dans toute son étendue, aucune solution de continuité. Le canal a 162 kilomètres de développement presque rectiligne, d'une mer à l'autre. Il traverse les lacs Amers et le lac Timsah, sur les bords duquel s'élève aujourd'hui la ville déjà prospère d'Ismaïla, où aboutit un canal d'eau douce dérivé du Nil. Cela constitue des irrégularités par élargissement sur de faibles longueurs. Partout ailleurs, la largeur du canal maritime est de 22 à 44 mètres au plafond, et de 60 à 100 mètres à la surface. La profondeur, qui n'est en aucun point inférieure à 8 mètres, varie généralement entre 8 mètres et $8^{m},50$. L'eau de la mer Rouge y coule lentement vers la Méditerranée avec une vitesse quelque peu intermittente, qui se ressent du mouvement alternatif et inégal des marées dans les deux mers. C'est un fleuve d'eau marine traversant la mer de sable, qui s'étend de l'Égypte à l'Arabie-Petrée. Tous les mouvements de l'eau pourront y être déterminés avec une grande précision, et offriront sans doute de l'intérêt; car, jusqu'ici, on n'a pu observer les phénomènes de l'hydrodynamique dans un canal présentant à la fois une aussi grande longueur et une aussi grande uniformité. Les observations faites aux maréographes fixeront le régime de ce cours d'eau artificiel. *M. de Lesseps,* créateur de ce grand mouvement de l'industrie humaine, dans lequel ont été utilisées toutes les données de la science, rendra à son tour à la science un utile service en envoyant à l'Académie la série des observations déjà commencées aux maréographes.

(É. D. B.)

de l'infini peut être utile, soit dans l'Algorithmie, soit dans la Géométrie. Or, non-seulement elle y est utile, mais elle y est indispensable.

» D'abord, en Algorithmie : l'infini, à la vérité, ne peut pas être l'objet du calcul, la matière du calcul; car, n'étant pas susceptible d'augmentation, de diminution, de multiplication, etc., ce n'est pas une quantité dans le sens strict de ce mot. Mais, si l'infini n'est jamais dans les données du calcul, il ne laisse pas de se présenter souvent dans les résultats. Et alors, comment pourrait-on ne pas le prendre en considération? Lorsque certains éléments d'un calcul approchent de leurs limites, il peut arriver que quelques autres croissent indéfiniment; et lorsque les premiers atteignent leurs limites, qu'en est-il alors de ces autres, qui dépendent de ces premiers? Comme ils ont certainement cessé de croître et que certainement aussi ils ne se sont pas fixés à une grandeur finie, que reste-t-il à dire, sinon que leur grandeur actuelle est infinie? Ou bien la répugnance à admettre l'infini véritable irait-elle jusqu'à faire dire que désormais ces éléments, dont on a suivi l'accroissement indéfini, ont à la fin cessé d'être; que, désormais, ils ne sont plus rien, qu'ils ne représentent rien? Mais la raison se refuse à une telle conclusion.

» La Géométrie, non moins que l'Algorithmie, exige la considération directe de l'infini, car l'étendue intelligible qui est le théâtre de la Géométrie est absolument sans limites; par conséquent, les figures que notre imagination y fait apparaître sont susceptibles de s'étendre à notre gré jusqu'à l'infini. Et c'est jusque là qu'il faut les suivre; car si l'on s'arrête, de halte en halte, aux stations successives de l'indéfini, sans vouloir jamais se confier à l'infini, on s'expose à rencontrer des difficultés insurmontables, ainsi que cela se voit, par exemple, dans l'histoire du célèbre *postulatum d'Euclide*. Comme l'énoncé de cette proposition implique l'étendue illimitée du plan, toute tentive de la démontrer par les propriétés de quelque figure de dimension finie est *à priori* frappée d'impuissance. Deux démonstrations célèbres échappent à cette critique, parce qu'elles sont fondées sur la considération de l'infini : l'une a été proposée par Arnaud, le grand docteur de Sorbonne, au dix-septième siècle; l'autre par Bertrand de Genève, au dix-huitième. Pourquoi ces démonstrations sont-elles généralement considérées, l'une et l'autre, comme non avenues? C'est que l'infini qu'Arnaud et Bertrand ont mis en jeu y est entendu dans un sens qui n'est pas le leur : dans le sens vulgairement adopté aujourd'hui, c'est-à-dire comme relatif à des grandeurs indéterminées, susceptibles d'avoir entre elles des rapports variables; et il est vrai qu'en ce sens ces deux démonstrations sont dépourvues de toute

validité. Au contraire, leur validité est irréfragable en tant qu'elles sont fondées, comme je l'ai déjà dit, sur la considération de l'infini véritable. Et alors n'est-il pas vrai de dire que, si le postulatum d'Euclide passe aujoud'hui encore pour être indémontré, c'est à cause de la confusion universellement établie entre l'infini et l'indéfini.

» La supposition que le postulatum d'Euclide est, non-seulement indémontré, mais même indémontrable, a donné lieu à la production d'une doctrine qui, sous le nom de *Géométrie imaginaire* ou *non-euclidienne*, considère ce postulatum comme une simple hypothèse, comparable à celles qui servent de base aux théories particulières de la physique; et d'après cela elle se croit fondée à proposer un autre postulatum, c'est-à-dire une autre hypothèse, d'où elle déduit, avec une rigueur incontestée, des résultats contraires à ceux d'Euclide. De plus, conséquente à de telles prémisses et arguant de la prétendue impossibilité d'établir par une voie rationnelle l'une des deux hypothèses à l'exclusion de l'autre, elle déclare, avec quelque autorité de logique, que c'est chose à décider par l'expérience, c'est-à-dire par des mesures mécaniquement effectuées. Mais la Géométrie n'est pas une science expérimentale; ses résultats ne recoivent pas leur certitude de leur conformité avec des faits observables; et surtout l'idée de l'infini absolu, par son concours à l'établissement de la Géométrie, achève d'en préciser le caractère essentiellement métaphysique. C'est ce que j'ai cherché à rendre manifeste dans deux Notes que j'ai récemment publiées, sur *l'emploi de l'infini en mathématiques*, en m'y proposant accessoirement de réfuter la *Géométrie non-euclidienne.* »

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir donné lecture de cette Note, fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Transon*, de deux brochures portant pour titres « De l'infini, ou Métaphysique et Géométrie, à l'occasion d'une pseudo-géométrie », et « De l'infini absolu en mathématiques ».

PHYSIQUE. — *Sur les spectres des gaz simples.* Note de **M. A.-J. Angström** (1), présentée par M. Fizeau.

« Dans les « Recherches sur le spectre solaire », que j'ai publiées en 1868, j'énonçais déjà que les observations spectrales auxquelles je m'étais livré ne m'avaient pas convaincu de la justesse de l'opinion de Plücker qu'un

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

seul et même gaz, à l'état incandescent, pût donner des spectres variant avec sa température. J'ai plutôt cru remarquer qu'il peut se présenter, dans l'apparence des spectres, une modification consistant en ce que l'élévation de la température amène une plus grande richesse de lignes, et que l'intensité lumineuse relative de ces lignes peut aussi subir des changements; mais que, néanmoins, le spectre conserve son caractère sans altérations. Dans les décharges disruptives, et quand la tension du gaz augmente, il arrive, il est vrai, que les lignes spectrales s'étendent et qu'elles finissent même par se réunir en un spectre continu; mais, même alors, on ne peut pas dire qu'il en résulte un spectre nouveau.

» Plusieurs physiciens distingués sont cependant d'une opinion contraire, et les recherches faites par M. Wüllner, d'après lesquelles l'hydrogène n'aurait pas moins de 4 spectres, et l'oxygène pas moins de 3, ont probablement affermi cette conviction chez bien des savants. M. Dubrunfaut a, de son côté, émis des doutes sur la justesse de ces résultats : il a fait remarquer que les spectres multiples de l'oxygène et de l'hydrogène peuvent être dus à l'azote ou à la vapeur de mercure que la pompe introduirait dans les tubes; mais M. Wüllner a montré (*Comptes rendus*, 17 janvier 1870) que cette explication n'est pas admissible.

» Comme, toutefois, la question des spectres multiples des gaz est une question vitale pour l'analyse spectrale, et qu'à ce point de vue les observations de M. Wüllner présentent une importance réelle, l'analyse suivante des phénomènes observés ne sera peut-être pas sans intérêt. Qu'il me soit d'abord permis de faire une observation préalable. Suivant l'expérience acquise, par moi du moins, les résultats que l'on obtient sur les spectres des gaz ne sont pas absolument sûrs quand on porte la raréfaction jusqu'à ses dernières limites. Je citerai pour preuve le fait suivant : dans une occasion où je raréfiai, autant que possible, au moyen d'une pompe à mercure, l'air atmosphérique dans un tube de Geissler, tout en faisant passer dans le tube la décharge de la bobine de Ruhmkorff, j'obtins successivement les spectres suivants : 1° le spectre ordinaire de l'air; 2° le spectre cannelé de l'azote (1); 3° celui de l'oxyde de carbone; 4° lorsque la raréfaction fut

---

(1) On a prétendu que les lignes de l'oxygène ne se présentent pas dans le spectre ordinaire de l'air; cela n'est pas juste. Quant aux spectres que l'on attribue ordinairement à l'azote, je signalerai ici, à titre de donnée générale, que, d'après ma conviction, ces bandes cannelées, qui caractérisent si bien les spectres des oxydes métalliques ne se rencontrent jamais dans le spectre d'un gaz simple.

à son maximum, les lignes du sodium et du chlore. Si l'on ajoute à cela qu'avec l'emploi d'une pompe à mercure les lignes du mercure peuvent se présenter, de même que celles du soufre, quand on se sert d'acide sulfurique pour dessécher le gaz, il en résultera facilement une multiplicité de spectres que l'on attribuerait à tort à un seul et même gaz.

» Je fus, autant que je sache, le premier qui observai, en 1853, le spectre de l'hydrogène. En me servant, à cette occasion, d'une bouteille de Leyde pour amener l'incandescence de ce gaz, qui était à la pression de l'air extérieur, j'ai obtenu un spectre consistant en une ligne intense en C, sans limitation nette, et deux maxima de lumière en F et en G; le troisième maximum en *h* ne fut observé que plus tard. Depuis, Plücker a trouvé qu'en opérant avec de l'hydrogène raréfié, on obtient un spectre à lignes nettement déterminées. Ainsi, l'on peut considérer comme un fait depuis longtemps connu, que les lignes spectrales de l'hydrogène s'étendent quand la décharge devient disruptive, et qu'elles finissent, avec l'augmentation de la tension du gaz, par former un spectre continu. Le spectre n° 4 de M. Wüllner n'est donc que le spectre ordinaire de l'hydrogène.

» Plücker est le premier qui ait indiqué pour l'hydrogène un second spectre, caractérisé principalement par une foule de lignes des deux côtés de D et vers C. Ce spectre se présente, en général, simultanément avec le précédent, mais il s'en distingue par plusieurs caractères essentiels. En faisant passer la décharge de la bobine de Ruhmkorff dans un tube de Geissler contenant de l'hydrogène rarefié, on obtient dans un miroir tournant deux images séparées du gaz incandescent, lesquelles correspondent aux deux spectres. L'une d'elles se présente comme une ligne isolée, indiquant que la lumière y est de très-courte durée; l'autre, par contre, s'élargit en une zone traversée horizontalement par des stries alternativement brillantes et obscures. Il faut se représenter, dans cette expérience, le tube de Geissler et l'axe de rotation du miroir comme placés verticalement. La durée de la dernière image fut, dans une expérience, de 5 à 6 millièmes de seconde (1).

» Cette image disparaît immédiatement dès qu'on rend la décharge disruptive, par l'adjonction d'un condensateur. Cette propriété, de même

---

(1) Pour déterminer la durée de l'image, j'ai employé les flammes de M. Kœnig. En faisant projeter simultanément sur le miroir tournant la flamme agitée par le tuyau, on a une échelle au moyen de laquelle on peut déterminer facilement la durée des phénomènes lumineux, lorsque cette durée est très-courte.

que la stratification de la lumière qui l'accompagne, indique que l'on se trouve ici en présence d'une combinaison de l'hydrogène, soit avec lui-même, soit avec un corps étranger. Cette dernière circonstance est la plus probable. M. Berthelot a publié, dans les *Comptes rendus*, quelques observations sur un spectre obtenu par lui, à l'aide d'une combinaison d'hydrogène et de benzine : il admet que ce spectre appartient à l'*acétylène*, et qu'il n'a pas été observé auparavant. Ce n'est toutefois pas le cas : ayant répété l'expérience de M. Berthelot avec de la benzine, j'ai constaté que le spectre obtenu n'est autre que le spectre n° 2 de l'hydrogène de Plücker et de M. Wüllner. Si, toutefois, l'acétylène mêlé à une quantité suffisante d'hydrogène se maintient, comme l'a montré M. Berthelot, sans altération dans un tube de Geissler, de sorte qu'une décomposition, si elle se produit, est toujours accompagnée d'une combinaison correspondante, rien n'empêche d'admettre que le spectre n° 2 de l'hydrogène appartient à l'*acétylène*.

» Je passe maintenant au troisième des spectres que M. Wüllner pense avoir trouvé pour l'hydrogène. Ce spectre qui, s'il appartenait au gaz en question, serait parfaitement nouveau, n'est, selon toute probabilité, que celui du *soufre*. C'est ce que démontre, je crois, de la façon la plus positive, le tableau suivant, qui contient les longueurs d'ondes de la vapeur du soufre et celles qui ont été déterminées par M. Wüllner pour ce troisième spectre de l'hydrogène. Les différences qui se rencontrent dans les deux séries s'expliquent facilement par cette considération, que les longueurs d'ondes citées, tant pour le soufre que pour le spectre de M. Wüllner, n'ont pas toute l'exactitude désirable.

Spectre supposé de l'hydrogène.		Spectre du soufre.
1. Groupe de trois raies; la raie moyenne.....	5647	5671 5645 5613
2. Groupe de trois raies; la raie moyenne.....	5469	5474 5451 5432
3. Groupe de deux raies; la deuxième raie....	5334	5345 5322
4. Groupe de deux séries; la première raie....	5221	5207 5191
5. Groupe de trois raies; la raie moyenne.....	5015	5027 5013 4994
6. Groupe de plus de six raies; la raie moyenne.	4930	4926

» Je persiste donc dans l'opinion que l'hydrogène n'a qu'un spectre, celui-là même qu'on retrouve dans la lumière du soleil et des étoiles.

» Outre le spectre connu de l'oxygène, M. Wüllner en a observé deux nouveaux, que nous désignerons, pour plus de brièveté, par les numéros 2 et 3. D'après la description donnée du n° 2, il se compose principalement de quatre bandes nuancées, à bords nets du côté du champ rouge du spectre. Afin d'obtenir une idée plus exacte de la position de ces bandes, j'ai construit le spectre même à l'aide des minima de déviation donnés par M. Wüllner : j'ai trouvé qu'il présentait beaucoup d'analogie avec le spectre de l'oxyde de carbone. J'ai déterminé ensuite les longueurs d'ondes des quatre bandes, par construction, et à l'aide des longueurs d'ondes déjà calculées par M. Wüllner. Le tableau ci-dessous donne les valeurs obtenues et les longueurs d'ondes pour l'oxyde de carbone.

Spectre supposé de l'oxygène n° 2.		Spectre de l'oxyde de carbone.
1. Première bande	5620	5609
2. Deuxième bande	5203	5196
3. Troisième bande	4835	4834
4. Qatrième bande....................	4506	4510

» Comme on le voit, l'accord est parfaitement satisfaisant; ajoutons qu'il l'est également dans les détails, tels que la présence d'une ligne nuancée plus faible entre 1 et 2, et de deux bandes nuancées dans le champ rouge. Dès lors, il est impossible de douter que le spectre n° 2 appartienne à l'*oxyde de carbone*.

» Reste maintenant le spectre n° 3. Ce spectre n'appartient pas plus que l'autre à l'oxygène; peut-être y trouve-t-on quelques lignes du spectre connu de l'oxygène, mais la plupart des lignes appartiennent au *chlore*. Le tableau suivant, contenant les longueurs d'ondes du spectre du chlore et celles du spectre n° 3, met cette assertion hors de doute.

Spectre supposé de l'oxygène n° 3.

1. Groupe large	la première raie	5461	5460	Chlore.
	la dernière raie.........	5404	5399	
2. Groupe large	la première raie.........	5215	5213	
	la moyenne, très-brillante.	5152		Oxygène?
	la dernière raie.........	5090		

3. Groupe de six séries.	la première............	4938	4940	Chlore.
	la dernière............	4893	4895	
4. Groupe large......	la dernière raie.........	4805	4820 / 4808 / 4793	
5. Groupe de trois raies.	la première............	4652	4647	
	la deuxième............	4644	4642	Oxygène.
	la troisième............	4637	4630	Chlore.
6. Une raie violette	....	4418	4417	Oxygène.
7. Une raie violette	....	4261	?	

» Le résultat de l'examen ci-dessus sera donc que nous ne connaissons pas encore d'autre spectre de l'oxygène que celui qui avait été observé par moi déjà en 1853, et qui a été plus tard étudié avec grand soin par Plücker.

» Je demande la permission d'ajouter quelques mots encore, au sujet de l'action exercée par le magnétisme sur les spectres des gaz; ces considérations présentent une connexion intime avec ce qui précède. Sous l'influence de cette action, le spectre prend, suivant M. Trève, un tout autre aspect, de sorte que l'on serait à même de produire, non-seulement par une élévation de température, mais encore par le magnétisme, les spectres multiples qui, d'après l'opinion de divers savants, se présentent chez les gaz. Cela est juste à plusieurs égards; mais l'explication de ce phénomène me paraît être autre que celle qui en a été donnée. En effet, la modification dans l'aspect des spectres dépend simplement de ce que *l'action du magnétisme fait entrer d'autres matières ou d'autres combinaisons à l'état incandescent*. Dans certains cas, l'effet du magnétisme peut être comparé à peu près à celui qui est produit par l'adjonction d'un condensateur à la bobine de Ruhmkorff; mais le magnétisme paraît exercer aussi une sorte d'action chimique, en gênant la production de certaines combinaisons, et en provoquant ou facilitant cette même production pour d'autres.

» Ainsi, un tube de Geissler a donné, entre les pôles d'un électro-aimant, le spectre ordinaire de l'hydrogène carboné, tandis qu'il donnait, sans l'intervention du magnétisme, celui de l'oxyde de carbone, sans que les lignes de l'hydrogène fussent visibles.

» Dans un autre tube, rempli d'hydrogène obtenu par la décomposition de l'eau et séché à l'acide sulfurique, qui donnait les deux spectres de l'hydrogène de Plücker, apparurent, sous l'effet du magnétisme, ces lignes du soufre, que M. Wüllner a regardées comme formant le spectre n° 3 de l'hydrogène, tandis que le spectre de l'oxyde de carbone se montrait sur les fils polaires.

» Il serait, sans doute, encore prématuré de vouloir formuler une loi d'après laquelle ces changements auraient lieu; mais un fait positif, c'est qu'ils ne paraissent amener l'apparition d'aucun spectre nouveau et particulier à l'action des forces magnétiques. »

OPTIQUE. — *Sur la théorie de quelques phénomènes d'interférence.* Note de **M. Mascart**, présentée par M. Fizeau.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques observations sur la théorie de certaines franges d'interférence et la description de deux systèmes d'anneaux qui ne me paraissent pas avoir été signalés.

» Les franges que produit l'appareil de Brewster formé de deux lames transparentes d'égales épaisseurs, peu inclinées l'une sur l'autre, ne s'observent bien que si l'œil est accommodé pour l'infini, ou si on les examine au foyer principal d'une lentille convergente placée derrière l'appareil. Elle proviennent donc de l'interférence d'ondes planes ou de rayons parallèles amenés à concourir sur la rétine ou dans le plan focal d'une lentille.

» Après avoir subi les deux réflexions connues, ces rayons ont une différence de marche due à ce qu'ils ont pénétré dans les lames sous des inclinaisons un peu différentes; ils donnent lieu à des franges que l'on peut calculer exactement comme celles de la polarisation chromatique dans la lumière convergente. La différence de marche Δ de deux faisceaux parallèles interférents qui font avec les deux lames, après la première réflexion, les angles d'incidence i et i' correspondant aux angles de réfraction r et r', a pour expression

$$\Delta = 2ne(\cos r - \cos r'),$$

n désignant l'indice de réfraction, et e l'épaisseur commune des lames.

» Si les angles i et i' sont égaux, la différence de marche est nulle, les rayons sont, après la première réflexion, parallèles au plan bissecteur de l'angle obtus que forment les lames, et produisent, dans le plan focal d'une lentille, une *droite* parallèle à l'intersection des lames : c'est la frange centrale; les autres franges sont aussi sensiblement rectilignes et parallèles à la première.

» Lorsque les lames font un angle petit α, et que les rayons sont voisins des normales, ce qui est le cas de l'expérience, la distance angulaire δ de la $m^{ième}$ frange à la frange centrale, pour une lumière de longueur d'onde λ, est donnée par la formule

$$\Delta = 2\frac{e}{n}\alpha\delta = m\frac{\lambda}{2}.$$

» La distance d de ces deux franges, dans le plan focal d'une lentille de longueur focale f, est

$$d = f\frac{n}{4}\frac{m}{\alpha}\frac{\lambda}{e}.$$

» On voit que les franges successives sont équidistantes, comme celles des miroirs de Fresnel.

» Le phénomène que l'on utilise dans le réfractomètre interférentiel de M. Jamin s'explique de la même manière : les franges sont sensiblement parallèles au plan bissecteur de l'angle obtus des deux glaces. Dans les conditions habituelles, ces glaces sont à peu près verticales, et les rayons incidents horizontaux, de sorte que les rayons émergents ne contiennent la frange centrale que si l'intersection des glaces est horizontale. On s'explique ainsi que si l'on fait tourner l'une d'elles autour d'un axe vertical, on élève ou on abaisse le système de franges, comme l'a fait remarquer M. Jamin. Le calcul qui donne la distance des franges est moins simple que pour l'appareil de Brewster; quand l'angle d'incidence est voisin de 45 degrés, on trouve

$$\Delta = 2\frac{e}{\sqrt{2n^2-1}}\alpha\varepsilon = m\frac{\lambda}{2},$$

$$d = f\frac{\sqrt{2n^2-1}}{4}\frac{m}{\alpha}\frac{\lambda}{e}.$$

» Ces formules ne diffèrent des précédentes que par la manière dont elles renferment l'indice de réfraction.

» Dans les deux cas qui précèdent, on peut employer la lumière blanche, parce que la différence de marche pour la frange centrale est nulle; pour les expériences qui suivent, il faut, au contraire, recourir à une lumière monochromatique. D'ailleurs, l'appareil de Brewster donne, avec de la lumière simple, plusieurs systèmes d'anneaux de réflexion que je décrirai plus loin, et dont la combinaison produit des franges rectilignes que l'on observe habituellement.

» Supposons que, dans un réfractomètre de M. Jamin, dont les glaces sont absolument parallèles, on place une lame à faces parallèles sur le trajet de l'un des faisceaux, on observera, si l'œil est disposé pour voir à l'infini, un système d'anneaux circulaires tout à fait semblables à ceux de Newton. Ces anneaux sont produits par l'interférence de faisceaux de rayons qui ont traversé la lame sous diverses inclinaisons, avec des faisceaux parallèles qui ne l'ont pas traversée. La différence de marche de deux pareils

faisceaux est

$$\Delta = e(n \cos r - \cos i) = m \frac{\lambda}{2},$$

elle correspond à une frange d'ordre m. Pour les rayons normaux à la lame, la différence de marche Δ_0 correspond à une frange d'ordre m_0, et a pour expression

$$\Delta_0 = e(n - 1) = m_0 \frac{\lambda}{2}.$$

» La courbe qui correspond à une frange d'ordre déterminé sur la rétine ou dans le plan focal principal de la lentille d'observation est évidemment une circonférence. Si l'on s'écarte peu de la normale, l'angle d'incidence et le rayon ρ de la circonférence sont donnés par les formules

$$\Delta - \Delta_0 = e \frac{n-1}{2n} i^2 = (m - m_0) \frac{\lambda}{2},$$
$$\rho^2 = f^2 \frac{n}{n-1} (m - m_0) \frac{\lambda}{e}.$$

» J'ai obtenu ces anneaux avec des lames de diverses épaisseurs, et en particulier avec une lame de crown de 28 millimètres, qui produisait une différence de marche de 24000 longueurs d'onde environ de la lumière jaune de la soude.

» Un autre système d'anneaux s'obtient en observant de la même manière la lumière réfléchie sur les deux faces d'une lame à faces parallèles dans le voisinage de la normale. La différence de marche de deux faisceaux parallèles est, en tenant compte de la perte, d'une demi-longueur d'onde qui se produit dans l'une des réflexions,

$$\Delta = 2ne \cos r + \frac{\lambda}{2} = m \frac{\lambda}{2};$$

pour les rayons réfléchis normalement, on a

$$\Delta_0 = 2ne + \frac{\lambda}{2} = m_0 \frac{\lambda}{2}.$$

Enfin, en se bornant aux petites incidences, on trouve les formules

$$\Delta_0 - \Delta = \frac{e}{n} i^2 = (m_0 - m) \frac{\lambda}{2},$$
$$\rho^2 = f^2 \frac{n}{2} (m_0 - m) \frac{\lambda}{e}.$$

» Ces anneaux suivent donc à peu près les mêmes lois que les précédents; seulement, ils sont d'un ordre plus élevé, et ils présentent cette

circonstance remarquable, que l'ordre d'un anneau s'abaisse à mesure que l'angle d'incidence correspondant va en augmentant. On peut faire cette expérience en plaçant une lampe monochromatique entre l'œil et la lame : on voit alors une portion seulement de chaque anneau, à cause de la lampe qui en cache la plus grande partie (1). Pour observer les anneaux complets, il suffit d'éclairer la lame avec une glace transparente qui réfléchit la lumière d'une lampe placée latéralement : j'ai ainsi obtenu des anneaux réguliers avec des lames aussi épaisses que celles dont s'était servi M. Fizeau dans ses recherches sur les anneaux de Newton et la dilatation des corps (2).

» Ces deux systèmes d'anneaux permettent de déterminer l'indice de réfraction d'une lame mince avec quatre chiffres décimaux exacts, c'est-à-dire avec une précision peu inférieure à celle que donne l'emploi des prismes. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'expérience confirme d'une manière complète les lois des phénomènes que je viens d'indiquer brièvement. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Note sur les phénomènes calorifiques qui accompagnent la transformation de l'acide hypoazotique en acide azotique, et l'introduction de ces deux corps dans les composés organiques; par* **MM. L. Troost** *et* **P. Hautefeuille.**

« Nous avons entrepris, vers la fin de 1869, de déterminer les quantités de chaleur absorbées ou dégagées dans les phénomènes de substitution. Nous ne pensions publier les résultats obtenus dès cette époque, qu'après avoir mesuré la chaleur de combinaison des divers composés oxygénés de l'azote. La Note de M. Berthelot sur la formation des composés organiques qui dérivent de l'acide azotique, nous engage à présenter dès maintenant nos premiers résultats, concernant les phénomènes calorifiques qui accompagnent, 1° la transformation de l'acide hypoazotique en acide azotique, d'un degré de concentration déterminé; 2° la substitution de l'acide hypoazotique à l'hydrogène, dans les composés organiques; 3° la formation des éthers nitriques (3). Nous nous sommes attachés à dégager de nos expé-

---

(1) Ce mode d'observation m'a été indiqué par M. Soleil, qui le tenait de M. Fizeau.

(2) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1237.

(3) Ces deux dernières parties ont été traitées récemment par M. Berthelot. Les nombres qu'a publiés cet éminent chimiste n'ont pas besoin de vérification, aussi nous serions nous abstenus de faire connaître les nôtres, si nous n'avions pensé qu'il peut y avoir intérêt à

riences des nombres indépendants des conditions dans lesquelles elles ont été faites, de manière à rendre plus faciles les comparaisons entre les phénomènes de substitution et ceux qui accompagnent la formation des éthers nitriques.

» Si nous analysons les phénomènes de substitution en général, nous trouvons dans la substitution du chlore, par exemple, que la chaleur dégagée est la somme algébrique de la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique aux dépens de l'hydrogène de la matière organique et de celle dégagée lors de la substitution du chlore à l'hydrogène. De même, dans les produits de substitution nitrée, la chaleur dégagée sera empruntée à deux sources : la chaleur de formation de l'eau par la combustion de l'hydrogène de la matière organique, aux dépens de l'oxygène de l'acide nitrique et la chaleur dégagée dans la substitution de AzO^4 à H.

» Dans ces deux types de produits substitués, les données calorimétriques utilisables pour la prévision des phénomènes seraient évidemment, d'un côté, la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique, en partant de deux éléments pris à l'état gazeux, de l'autre celle qui accompagnerait la réduction par l'hydrogène libre de l'acide nitrique en acide hypoazotique (1). Comme la chaleur dégagée dans la réduction de l'acide nitrique par l'hydrogène libre était inconnue, nous avons dû nous attacher à la déterminer, afin que les chimistes fussent guidés dans l'étude des substitutions nitrées, comme ils peuvent l'être par les déterminations anciennes dans celle des substitutions chlorées.

» I. Nous avons obtenu, par un procédé détourné, la chaleur qui accompagnerait la réduction de l'acide nitrique si elle était directement réalisable. Cette chaleur de combustion de l'hydrogène aux dépens de l'acide nitrique sera exprimée par 34460 calories diminuées du nombre de calories que dégage l'acide hypoazotique en se combinant à l'oxygène libre et à l'eau pour former de l'acide azotique dans l'état de concentration où se trouverait l'acide soumis à la réduction. L'expérience permet de déterminer la chaleur dégagée par l'acide hypoazotique lors de sa transformation en acide nitrique d'un degré connu de concentration; on fixe donc, sans avoir recours à aucune hypothèse, cette donnée calorimétrique (2).

---

comparer des résultats obtenus par des procédés et avec des appareils différents : nous avons continué à nous servir du calorimètre de MM. Favre et Silbermann.

(1) On néglige ainsi ce que chaque cas particulier présente de spécial, puisqu'on fait abstraction de l'état de combinaison de l'hydrogène.

(2) La seule difficulté sérieuse que l'on rencontre est due à la formation constante de

» Après bien des essais, nous avons adopté la disposition suivante : dans le moufle du calorimètre, on place un tube de verre mince, scellé à la lampe et contenant de l'oxygène pur, une petite quantité d'eau et une ampoule très-fragile remplie d'un poids connu d'acide hypoazotique.

» Au moment de faire l'expérience on détermine, par une secousse brusque, la rupture de l'ampoule, l'atmosphère du tube se charge de vapeurs rutilantes qui disparaissent peu à peu, se transformant en acide azotique et en acide azoteux. Quand toute trace de coloration a disparu, on casse la pointe effilée du tube où s'est produit la réaction, et l'on y introduit une nouvelle quantité d'eau placée d'avance dans le moufle voisin. L'acide nitrique produit dans ces expériences était dissous dans 100 fois son poids d'eau, et l'acide azoteux qui l'accompagne était assez dilué pour ne pas se décomposer dans le temps, d'ailleurs très-court, qui s'écoule entre la détermination calorimétrique et le dosage par le permanganate de potasse.

» Les données publiées sur la chaleur de constitution de l'acide azoteux étant incertaines, nous avons dû éliminer l'influence perturbatrice résultant de la présence de ce corps. Nous y sommes arrivés par la comparaison des nombres obtenus dans celles de nos expériences qui présentent les proportions les plus différentes d'acide azoteux.

» Le tableau suivant résume les résultats de l'une de ces séries d'expériences :

	Acide azotique.	Acide azoteux.	Chaleur dégagée par 1 équiv. d'acide hypoazotique se transformant en acide azotique et acide azoteux.
N° 1........	91,43	8,57	20370^{cal}
N° 2........	85,82	14,18	11340
N° 3........	81,70	18,30	6365

» La quantité de chaleur que dégagerait 1 équivalent d'acide hypoazotique en se transformant uniquement en acide azotique serait égale à 23500 calories. Ces données expérimentales fournissent, à $\frac{1}{120}$ près, la valeur en calories du dégagement de chaleur qui accompagne la production d'acide azotique (étendu de 100 fois son poids d'eau), en partant de l'acide hypoazotique liquide et de l'oxygène gazeux.

» La réduction de ce même acide nitrique par l'hydrogène s'accom-

l'acide azoteux parmi les produits de l'action de l'oxygène sur l'acide hypoazotique en présence de l'eau.

pagne donc d'un dégagement de chaleur de 34460 — 23500 = 10960 calories par équivalent. La réduction de l'acide au maximum de concentration dégage 17500 calories; celles des acides de densité 1,48; 1,46; 1,43 en donnent 17100, 16900 et 15300 : tous ces nombres nous étaient utiles.

» Les effets calorifiques produits par l'acide nitrique diffèrent donc beaucoup suivant sa concentration; cette propriété en fait un réactif dont l'action sur les matières organiques est facile à graduer, et permet de produire sans complication les phénomènes de substitution.

» II. La valeur calorifique de la réduction de l'acide nitrique au degré de concentration employé dans les expériences de substitution est toujours plus petite que la quantité totale de chaleur observée. Les produits nitrés substitués ne gardent donc pas, comme le chlorure d'azote, la totalité de la chaleur disponible au moment de la réaction; ils en perdent une fraction, que l'on obtient, dans chaque cas particulier, en retranchant des phénomènes calorifiques mesurés la chaleur de réduction qui correspond à l'acide nitrique employé. Le tableau suivant résume nos principaux résultats; il met en évidence cette perte de chaleur, et montre qu'elle varie à peu près proportionnellement au nombre d'équivalents d'acide hypoazotique fixés.

Produits de substitution.	Chaleur dégagée pour 1 équivalent de la matière organique.	Chaleur fournie par la réduction de l'acide nitrique employé.	Chaleur perdue par le composé (1).
Nitrobenzine	38400	16900	21500
Binitrobenzine........	76800	34400	42400
Nitrotoluène..........	38000	16900	21100
Binitrotoluène	76000	34400	41600
Nitronaphtaline	36500	15200	21300
Binitronaphtaline......	73000	32300	40100

» III. La production des éthers nitriques s'accompagne d'un dégagement calorifique moindre, ainsi que cela ressort des résultats inscrits au tableau suivant :

Éthers nitriques.	Chaleur dégagée par équivalent du corps.	Chaleur dégagée par équivalent d'acide azotique fixé.
Nitroglycérine.................	19000^{cal}	6330^{cal}
Coton poudre.................	52000	10400
Nitromannite	24500	4080

(1) Ces nombres sont ceux que l'on pourrait déduire de la comparaison des chaleurs de combustion de la matière organique, avant et après la substitution.

» Les valeurs, obtenues dans ce cas, mesurent les phénomènes calorifiques qui accompagnent la mise en liberté de 2 équivalents d'eau, ou d'un multiple de ce nombre, et leur remplacement par 1 ou plusieurs équivalents d'acide azotique monohydraté.

» Si l'on compare ces résultats à ceux du tableau précédent, on voit que les différences calorifiques ne sont plus aussi grandes qu'elles le paraîtraient, si on ne tenait pas compte du phénomène étranger à la substitution; mais elle laisse subsister cette conclusion générale, tirée déjà par M. Berthelot, que pour une même quantité d'azote fixée dans ces deux groupes organiques, le travail mécanique disponible est plus grand dans les éthers que dans les produits nitrés provenant de substitution. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Tout le monde sait que les animaux qui habitent les eaux douces périssent quand on les immerge dans l'eau de mer, et réciproquement. J'ai fait, depuis plusieurs années, un grand nombre d'expériences destinées à déterminer la cause extérieure et le mécanisme de cette mort. J'aurai l'honneur d'en rendre compte à l'Académie en commençant par le cas des anid'eau douce plongés dans l'eau de mer.

» 1° *Durée de la survie.* — Elle varie suivant les espèces; voici des résultats moyens :

» Ablettes, 18 minutes; gardons, vairons, 25 minutes; chevaines, 30 minutes; tanches, goujons, 35 minutes; loches, carpes, 50 minutes; cyprins dorés, 1 heure; perches, 1^h15^m; saumon du Danube (ayant encore sa vésicule ombilicale), 1^h30^m; ombres Chevaliers, 2 à 3 heures; saumon d'un an (12 centimètres), environ 6 heures; épinoches (*G. leiurus*), de 2 heures à 1 mois et plus; anguilles (10 à 20 centimètres), de 1 jour à 1 mois et plus.

» Grenouilles, 1 heure; têtards, 45 minutes.

» Daphnies, 10 minutes; cyclopes, 20 minutes; larves de Chironanus 1 heure, d'éphémère 2 heures, de *Corethra plumicornis* 5 ou 6 heures; écrevisse, 30 heures.

» Ces chiffres sont relatifs à une température moyenne de 15 à 16 degrés : les animaux résistent d'autant plus longtemps que l'eau est plus froide. Ainsi, à 9 degrés, un vairon meurt en 30 minutes; à 14 degrés, en 25 minutes; à 22 degrés, en 14 minutes; à 28 degrés, en 9 minutes.

» J'appelle l'attention sur la mort assez rapide des saumons et des jeunes anguilles, et sur la résistance étrangement inégale présentée par des épi-

loches de même espèce et provenant probablement toutes des environs de Paris. M. Alphonse-Milne Edwards avait déjà conservé des épinoches vivantes 2 mois dans l'eau de mer.

» 2° *Phénomènes qui précèdent et accompagnent la mort.* — Je prendrai à titre d'exemples un poisson écailleux et une grenouille.

» Un cyprin plongé dans l'eau de mer s'agite violemment, pendant 5 ou 10 minutes, puis il demeure immobile, et vient à la surface en vertu de son moindre poids spécifique (les poissons d'eau de mer vont au fond quand on les met dans l'eau douce); la respiration, d'abord accélérée, se ralentit; les branchies, qui avaient pris une teinte rouge-brique très-remarquable, noircissent: la face antérieure des cristallins devient opaque; le poisson se couvre d'un épais mucus; la sensibilité disparaît, tout mouvement cesse. En vain retire-t-on à ce moment le poisson, pour le remettre dans l'eau douce; il ne donne plus signe de vie, et cependant la contractilité musculaire est intacte, l'excitation directe de la moelle épinière fait contracter les muscles, et le cœur bat encore.

» En examinant les branchies, on voit qu'elles sont très-congestionnées, et, en plusieurs endroits, laissent transsuder le sang; si on les lave avec soin dans un liquide incapable d'altérer les globules sanguins, et qu'on examine ceux-ci après les avoir fait sortir des vaisseaux branchiaux, on les trouve tous ratatinés, crénelés, rompus, entassés les uns contre les autres en une masse confuse. Cependant le sang du cœur ou même celui de l'aorte ne contient qu'un très-petit nombre de globules altérés. Si l'on a pesé le poisson avant l'expérience, on constate que son poids a diminué d'environ $\frac{1}{15}$ quand il est de très-petite taille; quand il atteint quelques centaines de grammes, la diminution est insignifiante. Les loches et les jeunes anguilles s'efflanquent d'une manière évidente et arrivent à perdre $\frac{1}{10}$ et même $\frac{1}{6}$ de leur poids.

» Une grenouille mise dans l'eau de mer s'agite et donne des signes manifestes de douleur; mais ceux-ci n'ont pas lieu lorsque l'animal peut avoir le museau hors de l'eau. Quand tout signe de sensibilité a disparu, on trouve que les nerfs et les muscles sont encore excitables, et que le cœur, plein d'un sang noir, bat spontanément. Les globules sanguins sont sains, même dans les veines superficielles; les cristallins sont opaques, et quelquefois aussi les cornées. L'animal a perdu de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{3}$ de son poids, et cette perte a porté principalement sur les muscles; aussi la contraction de ceux-ci n'a pas ses caractères habituels; elle est durable, comme une sorte de crampe.

» On obtient les mêmes résultats en ne plongeant la grenouille dans l'eau de mer que jusqu'aux aisselles, la mort survient seulement plus lentement (trois ou quatre heures); il suffit même de 10 centimètres d'eau de mer, formant une couche mince de liquide, au fond d'un vase de 12 centimètres de diamètre, pour faire mourir une grenouille en une demi-journée, avec les mêmes phénomènes généraux.

» 3° *Accoutumance.* — J'ai essayé d'accoutumer des poissons, des têtards, de petits crustacés, à vivre dans l'eau de mer, en ajoutant chaque jour à leur eau une petite quantité d'eau de mer ou des sels qui s'y trouvent. Malgré mes soins, je n'ai pu dépasser, même pour les poissons, la proportion de moitié d'eau de mer. Cependant ceci constituait une véritable accoutumance; car des poissons de même espèce, plongés dans le liquide, y périssaient rapidement. Le poids spécifique des poissons soumis à cette accoutumance avait augmenté; mais dans l'eau douce, ils tombaient au fond.

» 4° *Substances actives de l'eau de mer.* — Quelles sont, dans l'eau de mer, les matières qui agissent pour produire la mort des animaux d'eau douce?

» L'eau dont je me suis servi provenait de Saint-Malo; elle contenait, par litre, d'après l'analyse qu'a eu la complaisance d'en faire M. Terreil :

» Chlore, $18^{gr},4$; acide sulfurique, $2^{gr},2$; magnésium, $1^{gr},26$; sodium, $10^{gr},9$; chaux, $0^{gr},24$; potasse, silice, matières organiques : traces.

» On voit qu'on peut, en négligeant la chaux, grouper hypothétiquement ces éléments dans les combinaisons suivantes :

» 1° Chlorure de sodium, $27^{gr},4$; sulfate de magnésie anhydre, $3^{gr},3$; chlorure de magnésium anhydre, $2^{gr},37$;

ou bien

» 2° Chlorure de sodium, $24^{gr},24$; chlorure de magnésium anhydre, $4^{gr},98$; sulfate de soude anhydre, $3^{gr},9$.

» Il n'est pas indifférent, pour l'objet qui nous occupe, d'accepter sur la constitution de l'eau de mer l'un ou l'autre de ces deux groupements.

» En effet : 1° une quantité donnée de sodium ou de magnésium est beaucoup plus dangereuse à l'état de chlorure qu'à l'état de sulfate [exemples : vairons, morts dans une solution de NaCl en $3^h 30^m$; dans $SO^3 NaO$ (contenant même poids de sodium), vivants après 24 heures; morts dans MgCl en 32 minutes; dans $SO^3 MgO$, vivants après 24 heures]; 2° une quantité donnée de chlore est beaucoup plus dangereuse unie au magné-

sium qu'au sodium (vairons, morts dans MgCl en 32 minutes; dans NaCl en $3^h 30^m$).

» Je fis alors une série de solutions contenant chacune un des six principes ci-dessus énumérés, dissous suivant la proportion indiquée dans 1000 centimètres cubes d'eau distillée, et j'y plaçai des animaux. Voici un exemple des résultats obtenus avec des vairons :

» 1° Eau de mer naturelle : morts en 20 minutes, cataractés.

» 2° *A.* NaCl anhydre, $27^{gr},4$: morts en 22 minutes; *B.* $MgOSO^3$ ordinaire, $6^{gr},7$ (correspondant à $3^{gr},3$ anhydre) : vont bien après 24 heures; *C.* MgCl anhydre, $2^{gr},37$: ont vécu six mois.

» 3° *A.* NaCl, $24^{gr},24$: morts en 33 minutes, cataractés; *B.* MgCl anhydre, $4^{gr},98$: morts en $4^h 45^m$, non cataractés; *C.* $NaOSO^3$ ordinaire, $8^{gr},8$ (correspondant à $3^{gr},9$ anhydre) : vont bien après 24 heures.

» Si donc nous supposons que tout le chlore soit uni au sodium, cette quantité de $27^{gr},4$ pour 1000, ainsi obtenue, suffit pour expliquer la mort des animaux : les autres sels peuvent être à peu près négligés. Si, au contraire, le chlore est partagé entre le sodium et le magnésium, il faut tenir compte de ces deux éléments. Dans tous les cas, les sulfates n'ont qu'une part tout à fait inappréciable dans les phénomènes. La mort, en définitive, est donc due aux chlorures.

» Il nous reste maintenant à savoir comment agissent ces chlorures : ce sera le sujet d'une Communication que j'aurai l'honneur de faire très-prochainement à l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'acclimatation et l'anatomie du* Perichœta diffringens, *Baird sp.* Note de **M. L. Vaillant**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une de ses précédentes séances, l'Académie a reçu une Note sur l'anatomie d'un genre très-intéressant des Annélides Lombricines, le genre *Perichœta*. Ayant poursuivi, depuis plusieurs années, des recherches sur le *P. diffringens*, Baird sp., animal assez abondamment répandu aujourd'hui, je désirerais exposer ici, en quelques mots, les particularités zoologiques et anatomiques que m'a offertes cette espèce.

» M. Baird le premier, en 1869, a signalé ce vers comme vivant dans une serre du nord du pays de Galles. Un peu plus tard, j'en ai présenté plusieurs exemplaires à la Société Philomathique (1), où l'on a pu constater

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, t. VII, p. 25; 12 février 1870.

les particularités relatives à la locomotion chez cet Annélide. Les individus, recueillis par M. Guinard, dans les environs de Montpellier, provenaient des serres de M. Fages; ils y avaient été introduits dans des vases contenant des Orchidées envoyées par M. Mazel, de Monsauve (près Anduse), chez lequel cette curieuse espèce est également acclimatée. Depuis cette époque, j'en ai reçu à plusieurs reprises. Il est remarquable qu'en Angleterre, comme en France, c'est avec des Orchidées que le transport paraît s'être effectué. Persuadé que ce fait devait être très-général, j'ai cherché à étendre ces observations, et, l'année dernière, j'avais engagé M. L. Rousseau à s'assurer si, au Muséum, ce curieux animal ne se trouvait pas également; plusieurs horticulteurs ont bien voulu aussi me prêter leur concours obligeant. Presque partout ces prévisions se sont réalisées, et l'on peut affirmer aujourd'hui que ce *Perichœta* est très-répandu; sa ressemblance avec les vrais Lombrics le fait seule méconnaître.

» D'après mes observations, ce vers, tout en cherchant l'humidité et la chaleur, se plait dans les terres légères et aérées. Avec les conditions de captivité où les vers de terre vivent facilement, le *P. diffringens* se conserve mal; dans la mousse humectée, il résiste assez longtemps, mais dans une terre argileuse ou argilo-marneuse mouillée, il meurt au bout de peu de jours; placé dans l'eau, l'asphyxie arrive relativement vite. Quand cet Annélide est mort, la partie moyenne du corps se décompose déjà, alors que les deux extrémités, ayant conservé leur apparence normale, sont encore susceptibles de se contracter sous l'influence des excitants; on sait que chez le *L. terrestris* la décomposition, dans ces circonstances, marche avec plus de régularité d'arrière en avant. L'animal irrité fait sortir, comme différents Lombrics, par ses perforations dorsales, un liquide jaune-verdâtre, rempli de Psorospermies de $0^{mm},026$ sur $0^{mm},018$, à contenu très-granuleux.

» Au point de vue anatomique, le *P. diffringens* diffère peu des *P. cingulata* et *posthuma*, dont j'ai donné la description en 1867. Le système nerveux est construit sur le même plan. J'ai trouvé, en arrière des testicules, au milieu des gros troncs vasculaires dorso-ventraux, des renflements ganglionnaires latéraux, pyriformes, de $0^{mm},128$ sur $0^{mm},092$, placés sur le trajet des nerfs, ce qui rappelle la disposition bien connue pour différentes Hirudinées. Les nerfs qui se détachent sur le trajet des connectifs unissant les ganglions ventraux sont très-nets, comme chez le Lombric. Dans les quatre ou cinq derniers anneaux, les ganglions deviennent moins distincts, et les deux moitiés latérales de l'appareil, s'accusant davantage, tendent à se séparer.

» Le gésier présente intérieurement un appareil chitineux, translucide, blanc-opalin, à reflets irisés, en tronc de pyramide hexagonale, haut de près de 4 millimètres; cet appareil, chose assez singulière, n'adhère pas à la paroi digestive, fait que, dans mes précédentes recherches, j'avais cru, à tort, paraît-il, devoir attribuer à l'état de conservation des individus soumis à mon examen. La portion intestinale, moins simple qu'elle ne l'est chez le *L. terrestris,* varie de coloration dans le cours de son trajet, et, sous ce rapport, on peut y distinguer trois portions : la première, s'étendant jusqu'aux culs-de-sac latéraux déjà connus chez le *P. cingulata,* est rougeâtre, ainsi que ces culs-de-sac, à leur partie adhérente; la seconde et le fond de ceux-ci sont jaunâtres; la troisième portion, moins boursoufflée que les précédentes, est rouge-brunâtre; les dissépiments qui la soutiennent paraissent plus accusés.

» Je n'ai pas rencontré dans cette espèce la grosse glande qui, chez les espèces précédemment étudiées, vient, par son canal, se joindre au canal déférent vers son embouchure; en revanche, celui-ci, large dans son trajet de $0^{mm},08$, se renfle en fuseau à sa terminaison, où son diamètre atteint $0^{mm},48$. Cette portion dilatée est recourbée en S; la paroi, fort épaisse, paraît renfermer des cellules glandulaires, mais est surtout composée de fibres contractiles. Il existe quatre paires de réservoirs spermatiques (1); chacun se compose d'une double vésicule, l'externe beaucoup plus grosse que l'interne, l'une et l'autre munies d'un canal; ces canaux se réunissent pour déboucher à l'extérieur aux intersections des troisième, quatrième, cinquième, sixième et septième anneaux, par des orifices que rendent visibles des taches pâles, latéro-centrales; les deux vésicules et leurs canaux sont situés en arrière de chacun des dissépiments. Ces réservoirs renferment des cellules granuleuses, avec des Spermatozoïdes et des Psorospermies de $0^{mm},010$ sur $0^{mm},006$, ces dernières abondantes surtout dans les plus grosses vésicules de chaque paire.

» En somme, le *P. diffringens,* dans tous les points essentiels de son organisation, se rapproche des espèces déjà étudiées, et confirme les idées que j'avais cru pouvoir émettre dans mes précédents travaux. »

---

(1) Je crois devoir faire remarquer que le nom impropre de *glandes capsulogènes* ne doit plus être employé, ou au moins rapporté à d'Udekem, qui est formellement revenu à l'opinion de Leuckart dans son travail bien connu sur les organes génitaux des *OEolosoma* et *Chœtogaster*.

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'histoire naturelle des Chéiroptères.* Note de **M. Jobert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Au siècle dernier, Spallanzani remarqua que des Chéiroptères, privés de la vue par l'ablation même des yeux, conservaient la faculté de se guider dans l'espace, évitant les obstacles et pouvant même trouver des issues pour fuir. Le physiologiste conclut à l'existence d'un sens exquis de toucher, dans les ailes probablement. Ayant été amené à répéter ces expériences, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de mes recherches.

» *Anatomie.* — La membrane alaire qui unit les doigts entre eux et les membres inférieurs aux membres supérieurs se compose de deux feuillets dermiques accolés, qu'il est facile de séparer. La trame est constituée par des fibres lamineuses entrecroisées et des fibres élastiques très-fines et très-abondantes. Cette membrane offre à considérer, outre sa trame, des faisceaux de fibres élastiques, dirigés parallèlement au bord libre de l'aile : ces faisceaux agissent dans la flexion des ailes et rapprochent spontanément les doigts, sitôt que l'action des extenseurs vient à cesser. Dans une espèce, la Barbastelle, j'ai constaté une disposition héliçoïdale des fibres du faisceau élastique qui borde l'aile; ces fibres s'enroulent en hélice, autour des faisceaux vasculo-nerveux, et leur constituent une sorte de gaine supplémentaire. Ces faisceaux donnent à la membrane dépouillée de son épiderme un aspect fort élégant.

» Le segment alaire le plus voisin du corps et la membrane interfémorale présentent, outre ces faisceaux, tout un système de muscles intrinsèques, destinés, selon nous, à aider à la flexion des ailes.

» Ces muscles, dirigés perpendiculairement ou obliquement à la direction des faisceaux élastiques, sont composés de fibres striées. Dans le premier système, les muscles s'insèrent, par des tendons assez courts, sur les faisceaux élastiques qui bordent l'aile; en haut, par de longs tendons très-grèles, ils vont s'insérer à l'avant-bras. On peut rattacher à ce système un muscle très-beau, prenant sont insertion au tarse; ses faisceaux forment éventail et vont se perdre, par des tendons, sur le bras de l'avant-bras. Un autre système de muscles, part du derme dorsal, et vient également s'insérer en bas sur les faisceaux bordants de l'aile.

» La membrane interfémorale a également un système de muscles s'insérant au gros orteil, au métatarse ou au tarse d'une part, et de l'autre à la queue. Ils sont releveurs de la queue.

» La membrane alaire est parsemée de petits points blanchâtres, qui ne

sont autre chose que des poils groupés et des glandes. Ces glandes ont la forme d'amphores à long col sinueux ; des fibres musculaires lisses tapissent leurs parois externes : ces fibres fusiformes sont facilement isolables. Le conduit débouche à côté de l'orifice d'émergence du poil. Les poils n'ont pas besoin d'être décrits de nouveau, ils ont été figurés par Dujardin ; mais ils sont en connexion intime avec le système nerveux, et constituent, selon nous, l'organe du tact.

» Le derme qui entoure ces poils est riche en fibres musculaires et en fibres élastiques; un peu avant sa sortie, le poil traverse une sorte d'anneau à parois brillantes, offrant des stries longitudinales, réfractant fortement la lumière. Cet anneau, qui a la forme de deux troncs de cône creux, unis par leur petite base, reçoit, à son bord inférieur, quantité de tubes nerveux à moëlle, avec lesquels ces stries brillantes paraissent se continuer. Au bord de l'anneau, ces tubes perdent leur moëlle. Le poil est donc logé au milieu d'une sorte d'anneau nerveux, constitué, en apparence, par une série de bâtonnets accolés. Chaque vibration du poil le met en contact avec les nerfs et la sensation est perçue. Cette terminaison diffère de celle qui a été observée dans les poils tactiles ordinaires.

» Cette terminaison n'est pas la seule. Il existe, dans les ailes, un magnifique réseau de fibres pâles, qui se mettent en communication avec des corps étoilés, sous-épidermiques; de ceux-ci, partent des prolongements qui s'arrêtent au niveau de la couche profonde de l'épiderme. Y pénètrent-ils? Je n'ai pu le constater à cause du pigment. Cette disposition se retrouve dans l'oreille externe des Oreillards.

» *Physiologie.* — Les expériences de Spallanzani ne réussissent pas de prime abord : ce n'est qu'au deuxième essai de vol, que l'animal reconnaît les obstacles et les évite. La section des nerfs des ailes trouble considérablement le vol. La section des muscles intrinsèques pouvait n'avoir aucune action sur le vol, seulement les ailes se fléchissent moins bien.

» *Zoologie.* — L'animal se sert de sa membrane interfémorale comme instrument auxiliaire, dans l'acte de la préhension des aliments. C'est là qu'il loge la proie et la met hors d'état de défense, en lui coupant les membres.

» Un Murin, élevé en captivité, dévorait, par jour, de 18 à 27 et 28 hannetons.

» Faisons remarquer que, chez les Frugivores, la membrane interfémorale n'existe pas.

» Dans la parturition, c'est là que le petit est reçu, que la mère lui donne ses premiers soins, avant de le monter jusqu'aux mammelles. Le Chéiroptère coupe le cordon ombilical, ou du moins le rompt.

» *P. S.* Au moment de communiquer notre travail, nous apprenons que des recherches ont été faites sur les terminaisons des nerfs chez les Chauves-souris, par M. Shœubl, et publiées en Allemagne pendant les hostilités. Ce travail n'est point encore parvenu en France. Nous ignorons donc si les résultats observés simultanément par nous et par l'auteur allemand sont en concordance. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les petits glaciers temporaires des Vosges.* Note de **M. Ch. Grad**, présentée par M. Le Verrier.

« L'observation des petits glaciers temporaires des Vosges peut servir à expliquer l'apparition et le développement des grands glaciers des Alpes ou des contrées polaires. Tous ces glaciers proviennent de la transformation de la neige en glace sous l'influence d'une fusion partielle : ils diffèrent surtout entre eux par leur masse et par leur durée. Dans les Vosges, les neiges, assez abondantes pour tomber souvent en un jour sur une hauteur d'un mètre et même plus, sont balayées des crêtes par les vents d'ouest et du sud-ouest pour aller s'accumuler dans les gorges du versant alsacien. La fréquence, la violence des vents du sud-ouest est telle que les arbres des crêtes tournent tous leurs branches vers le nord-est dans la direction opposée. Quant aux neiges, elles s'entassent dans les cirques des vallées supérieures, entre 1200 et 1300 mètres d'altitude, où elles restent plus ou moins longtemps, suivant leur abondance et la température, persistant parfois d'un hiver à l'autre, quand l'année est froide et quand les précipitations atmosphériques sont fréquentes. J'ai suivi avec attention les transformations de ces petits glaciers depuis l'hiver dernier : je prie l'Académie de vouloir bien m'autoriser de lui soumettre les résultats de mes observations.

» Les amas de neige les plus importants des Vosges se présentent sur les flancs du Hoh'neck et dans les gorges qui descendent sur les côtés des Spitzenköpfe, à l'origine du val de la Fecht. On peut évaluer à 1500 ou 1600 millimètres en moyenne la hauteur d'eau annuelle fournie à cette altitude par les précipitations atmosphériques, les observations exactes indiquant une moyenne de 1540 millimètres à la station de la Rothlach avec des variations de 2134 millimètres à 923 pour une période de vingt années et à 1000 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer. Or les

deux tiers au moins de cette eau sont fournis par la neige, en hiver, au printemps et en automne, souvent même aussi durant l'été, quand l'abaissement de la température, après les pluies persistantes des régions inférieures ou pendant les orages, transforme les précipitations à ces hauteurs en neige ou en grêle. Comme la densité de la neige fraîchement tombée est en moyenne de 0,095, les deux tiers de la tranche d'eau annuelle tombée sur les flancs du Hoh'neck correspondent à une tranche de neige totale de 10 à 12 mètres pour une année ordinaire, s'élevant parfois jusqu'à 15 mètres. Comme, d'un autre côté, la neige, au lieu de rester sur les points où elle tombe, est balayée par les vents dans les dépressions du sol, il n'est pas étonnant de trouver, dans les cirques supérieurs des Vosges, des amas de neige avec une puissance de 20 mètres et plus, au printemps, dans les creux bien abrités contre la chaleur. D'ailleurs, la température moyenne à ces hauteurs ne dépasse pas 5 degrés C., entre 1200 et 1300 mètres d'altitude, tandis qu'au Grindelwald, dont les glaciers descendent jusqu'à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer, elle atteint de 8 à 9 degrés.

» C'est le mois de mars qui est l'époque des grandes neiges dans les Vosges. A cette époque, les amas étaient déjà stratifiés, formés de couches plus ou moins considérables, transformées en névé ou en neige grenue, séparées les unes des autres par de petites veines de glace compacte, salies par de la poussière sur les plans de séparation, mais sans glace au contact du sol. Le 23 mai, il y avait dans le cirque qui domine les Spitzenköpfe un amas disposé en demi-lune contre les escarpements du cirque sur une étendue de plus de 200 mètres, une longueur de 40 mètres d'amont en aval et 5 mètres d'épaisseur. Les escarpements avaient sur certains points une pente de 60 degrés, et celle de la neige était en moyenne de 45 degrés. Les grains de névé étaient devenus plus gros, mais il n'y avait pas encore de glace au contact du sol. A la surface, le névé était compacte, et l'on n'y enfonçait pas en la traversant. Au lieu d'être unie, cette surface paraissait formée de petites vagues durcies. Contre les rochers et vers la partie supérieure de l'amas, la neige était fendue sur une profondeur de 1 mètre, présentant une sorte de fissure entre elle et le roc. Ailleurs, on remarquait aussi une sorte de crevasse en quart de cercle, profonde de 2 mètres avec 1 mètre de largeur à la surface et une longueur de 30 mètres. Cette crevasse rappelait les rimayes ou crevasses marginales des grands glaciers. La masse s'est rompue par suite du mouvement produit dans son intérieur sous l'influence de l'accroissement des grains de névé et d'une sorte de tassement dans le sens de la pente. La lèvre supérieure de la crevasse disparut

peu à peu en fondant, de telle sorte que je n'en trouvai plus de trace un mois plus tard. Malgré l'élévation de la température, l'écoulement de l'eau à l'extrémité de l'amas était faible. Il était beaucoup plus fort dans un amas voisin moins puissant et de moindre étendue, mais où il était dû à une source qui avait creusé sous la neige une sorte de caverne. L'eau de la source marquait 4°,5 au point d'émergence, celle des filets d'eau directement fournis par la neige indiquait zéro. La température du mélange était 3°,5.

» J'ai de nouveau examiné ces petits glaciers, le 13 juin et le 15 juillet. Dans l'intervalle de mai à juin, il neigea fort dans la partie supérieure des Vosges, de telle sorte que, le 13 juin, les névés des glaciers du Hoh'neck étaient recouverts d'une couche de neige poudreuse. Les deux amas examinés en mai présentaient maintenant de la glace bulleuse, plus ou moins compacte au contact du sol, sans former une couche continue. Dans le plus petit des deux amas, celui qui recouvrait une forte source, la couche de glace inférieure était beaucoup plus épaisse. Elle avait près de 30 centimètres de puissance. Presque compacte au contact du sol, elle devenait de plus en plus bulleuse en s'élevant. Des couches de gros névés adhérant les uns aux autres se trouvaient au-dessus de la glace bulleuse, et alternaient avec des veines de glace compacte, de un à plusieurs millimètres d'épaisseur, mais dont les dimensions n'avaient pas augmenté depuis un mois. Sans aucun doute, ces veines de glace compacte, tout à fait transparente, sont dues à la condensation de la neige à la surface des amas que de nouvelles chutes de neige recouvrent ensuite. D'un autre côté, l'infiltration de l'eau produite par la fusion beaucoup plus active dans le petit amas, où elle est secondée de plus par la présence d'une source avec une température de plusieurs degrés, explique l'existence d'une couche de glace continue et beaucoup plus épaisse sur ce point que dans le glacier en demi-lune du cirque voisin, où la transformation du névé était plus lente, à cause de sa plus grande épaisseur. Au bas des deux amas, l'écoulement de l'eau était assez fort, la température de l'air à l'ombre étant de 15 degrés par un temps serein. La glace de la base n'adhérait pas au sol. Tous les amas avaient diminué d'étendue et de puissance depuis un mois, malgré de nouvelles chutes de neige. Entre les rochers et les escarpements, le rayonnement du calorique avait fondu les couches de névé jusqu'à 1 mètre des parois.

» Lors de ma dernière visite, le 15 juillet, le plus petit des deux glaciers du Hoh'neck avait disparu, et l'autre était réduit au point de présenter à

peine une surface de 100 mètres carrés, avec 1 mètre d'épaisseur au plus. Sur les points abandonnés par la glace, les mousses et les herbes étaient inclinées sur le sol dans le sens de la pente, comme si un rouleau à forte pression avait passé à leur surface. Évidemment, la compression des herbes provenait du mouvement de propulsion, peu considérable, il est vrai, du petit glacier. Une tranchée ouverte dans la masse fit voir, comme un mois auparavant, plusieurs couches de névé à gros grains fortement imprégnées d'eau et séparées soit par des surfaces salies par la poussière, soit par des veines de glace compacte. Sous le nevé se trouvait ensuite une couche de glace bulleuse nettement séparée du nevé, mais qui devenait à peu près compacte au contact du sol, et sans indiquer de limite sensible entre la partie bulleuse et la partie compacte. Soumise à l'infiltration d'un liquide coloré, la glace de névé ou le névé à gros grains adhérent laissa passer ce liquide instantanément, tandis qu'il mit dix minutes au moins pour filtrer à travers une lame de glace bulleuse prise au contact du sol et épaisse seulement de quelques centimètres. L'expérience montra que cette dernière, quoique pourvue de peu de fissures, n'était pas tout à fait compacte, et ressemblait encore à la glace perméable des grands glaciers. Cette couche n'était pas uniforme : elle avait sa plus grande épaisseur au contact des rochers, et manquait presque tout à fait là où le gazon était touffu et où il n'y avait guère que de la glace de névé non adhérente au sol. Le rayonnement de la chaleur acquise par le sol avait contribué à la formation de la glace compacte en activant la fusion et le regel à sa surface. Sauf au printemps, époque à laquelle les amas de neige étaient encore très-puissants, j'ai constamment trouvé un écoulement d'eau au bas de ces petits glaciers, par un temps serein. Le ciel venait-il à se couvrir, l'écoulement cessait. La glace disparaissait enfin plus vite que les névés; car une partie du calorique servant à transformer la neige en glace, il fallait une plus grande somme de chaleur pour fondre complétement un poids égal de neige.

» En résumé, les grands amas de neige accumulés dans les cirques élevés des Vosges subissent les mêmes transformations qu'à une plus grande hauteur dans les Alpes. Ces amas forment de petits glaciers temporaires qui, pour persister plus longtemps, exigeraient seulement une moindre température. Leur stratification répond à autant de chutes de neiges successives séparées par des périodes de température plus élevée. Leur transformation provient de la fusion des parties superficielles qui s'infiltrent dans la masse pour la changer en névé à grains de plus en plus gros, puis en glace per-

méable plus ou moins compacte au contact du sol seulement. Tous ces changements produisent, dans les petits glaciers temporaires des Vosges, un mouvement de propulsion semblable à celui des grands glaciers, mouvement appréciable même dans les amas à pente faible, et par suite duquel la plus grande épaisseur, qui se trouve d'abord dans les parties supérieures, se porte vers le bas de la masse dans l'intervalle du printemps à l'été. Bref, nous sommes ici en présence de véritables embryons glaciaires dont les transformations sont plus rapides que dans ceux des Alpes, à cause de l'élévation plus considérable de la température, la transformation étant presque achevée dans les Vosges quand elle commence dans les régions supérieures des Alpes, vers la fin de l'été, comme au col de Théodule par exemple, où j'ai séjourné en 1866, à 3300 mètres d'altitude, hauteur à laquelle un embryon glaciaire soumis à l'expérience n'a commencé à se changer en névé qu'en juin, et a présenté de la glace au contact du sol seulement en juillet. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Bolides observés en Italie pendant le mois de juillet.* Note de **M. Denza**, présentée par M. Le Verrier.

« L'apparition des étoiles filantes s'est montrée dans ce mois de juillet très-abondante. Depuis le jour où nous avons repris nos observations, c'est-à-dire aussitôt que la Lune nous l'a permis, jusqu'au jour d'hier, nous avons enregistré, dans la station de Moncalieri, 654 météores lumineux : nous avons pu déterminer aussi la trajectoire de la plus grande partie.

» Voici comment ils ont été distribués :

Jours.	Durée des observations.	Nombre des météores.
	h m	
1871, juillet 6	1. 6	13
7	1.25	23
8	1.27	37
11	1.34	33
12	2.45	65
13	1.24	25
14	1.21	28
15	3.55	210
16	1.12	53
17	2.58	167
21 (matin)......	1.57	68
21 (soir).......	1.36	56
Total........	22.40	778

» Cette fréquence ne doit pas nous étonner, puisque, dans le mois de juillet, la Terre traverse une région des espaces célestes où un très-grand nombre de courants météoriques se rencontrent et se croisent de mille manières différentes. On tâche maintenant de déterminer avec exactitude leur position.

» Parmi les météores les plus resplendissants que nous avons observés, il y en a trois qui méritent d'être rappelés, dont deux ont été observés aussi en France (*Comptes rendus*, t. LXXIII, n° 3).

» Le premier de ces météores a été vu le soir du 13, à $10^h 34^m$, temps moyen local, vers le nord, dans la constellation de la Girafe. Le diamètre apparent de son noyau se montra un peu plus petit que celui de la Lune : sa lumière a été si vive, qu'elle éclaira comme un éclair les nuages par où le météore passa. Ceux-ci nous empêchèrent d'en déterminer avec précision le chemin.

» Les deux autres bolides apparurent le soir du 15, qui fut remarquable par l'abondance extraordinaire des météores, ainsi que par leur beauté. Il paraît que, dans cette année, la Terre aura rencontré une des régions les plus denses du courant météorique qu'elle traverse chaque année du 14 au 20 juillet.

» Le premier bolide s'alluma à $3^h 20^m$ près de α du Cygne, et il s'éteignit près de η de la même constellation. Voici les deux points derniers de la trajectoire :

Commencement.......	$\mathcal{AR} = 208^\circ$	$\mathcal{D} = +45^\circ$,
Fin.................	$\mathcal{AR} = 237^\circ$	$\mathcal{D} = +35^\circ$.

» Le noyau était plus gros que Jupiter, sa couleur était jaune, et il éclata à la fin.

» Le deuxième bolide que nous avons vu le même soir a été si brillant, que nous n'en avons jamais vu de semblables dans sept années d'observations. Comme le soir du 15 était un des soirs combinés pour les observations simultanées, le météore a pu être étudié dans plusieurs stations. Jusqu'ici, je possède les déterminations des stations suivantes :

Stations.	Latitude.	Longitude est de Paris.
Lodi (collége Saint-François).............	45° 18′ 34″	0h 28m 39s
Plaisance (collége Alberoni)...............	45. 2.44	0.29.26
Moncalieri (collége royal Charles-Albert)....	44.59.45	0.21.26
Volpeglino, près de Tortone...............	44.53.25	0.26.35

» Les différentes positions des stations, l'heure de l'apparition, ainsi

que la position de la trajectoire, s'accordent parfaitement entre elles. Le bolide a été vu même de quelques maisons placées sur la colline de Turin, mais il n'y a pas été étudié scientifiquement.

» Le météore apparut, dans toutes les stations dont nous venons de parler, entre $11^h 33^m$ et $11^h 34^m$ (temps moyen de Turin), c'est-à-dire à la même heure qu'on l'observa à Paris.

» Voici la position de sa trajectoire, qui a été déterminée dans chaque station :

Stations.	Æ.	D.
Moncalieri, commencement	200°	+ 67°
» fin	125	+ 36
Volpeglino, commencement	177	+ 54
» fin	150	+ 35
Plaisance, commencement	186	+ 52
» fin	164	+ 47
Lodi, commencement	178	+ 46
» fin	169	+ 30

» A Moncalieri, le météore se montra, au commencement, comme une étoile ordinaire de première grandeur; il s'alluma au-dessous de γ et β de la Petite Ourse, à 5 degrés environ de ι du Dragon. C'est à cela qu'on doit attribuer la différence entre la position de son commencement déterminé à Moncalieri et celle des autres stations. Lorsqu'il arriva près de υ de la Grande Ourse, c'est-à-dire dans le point céleste qui a pour coordonnées Æ $= 147°$, D $= + 57°$, il grossit remarquablement, et son noyau acquit un diamètre égal à la quatrième partie du diamètre lunaire : ce fut alors qu'il commença à se montrer dans les autres stations. Plus tard, pendant qu'il passa entre ι et $\varkappa$ de la même Ourse, il s'arrêta soudainement pour quelques instants, et il devint beaucoup plus grand et resplendissant. Son diamètre alors n'était certainement pas plus petit que le diamètre lunaire. A Plaisance, il apparut de la même grandeur.

» A Lodi, au contraire, le noyau a été estimé la quatrième partie du diamètre lunaire; à Volpeglino, la cinquième partie. Peut-être la grosseur excessive du météore, remarquée à Moncalieri et à Plaisance, doit être attribuée à une atmosphère très-brillante et très-étendue qui de tous côtés environnait le noyau. La couleur du bolide, au commencement, était blanche; après, elle devint azurée (verdâtre à Volpeglino); enfin, d'une couleur rouge très-vive. La partie antérieure parut à quelques observateurs de Moncalieri d'un jaune très-brillant. La forme du noyau était la forme ordinaire, c'est-à-dire celle d'une poire avec la partie enflée en avant; à Lodi,

on l'a vu presque sphérique. Il était suivi d'une longue traînée d'une belle couleur rouge vive. On a vu le bolide éclater, à la fin de sa course, dans toutes les stations; mais c'est seulement à Lodi que l'on a pu observer entièrement le phénomène. Dans cette station, on a remarqué que le météore, avant de s'éteindre, lança en arrière, dans la direction de sa trajectoire, un faisceau de rayons disposés en forme d'éventail, par exemple, de la longueur de 5 degrés environ, d'une couleur blanche-rougeâtre. Cette apparence dura plus de deux secondes; ensuite, le faisceau de rayons disparut comme soudainement, en se transformant en un centre d'irradiation lumineuse formée par des zones, d'une couleur rouge et noire, larges de plus d'un demi-degré. La lumière du météore a été tout à fait admirable. Les observateurs de ces trois stations, de Moncalieri, Plaisance, Lodi, qui étaient tournés vers d'autres côtés du ciel, en furent attirés. Dans cette dernière station, le ciel a été si éclairé que l'observateur, qui s'était tourné vers le midi, c'est-à-dire vers le côté opposé, vit sur la paroi qu'il avait en face l'ombre des clochers et des arbres qui s'interposait. L'éclat produit par la détonation du météore n'a été entendu dans aucune station; seulement, à Plaisance, plusieurs personnes qui étaient loin de l'observatoire ont entendu un bruit fort et simultané à l'apparition du météore.

» Je saisis cette occasion pour vous annoncer que le bolide qui a été vu à Genève et à Gênes le 2 courant (duquel ont parlé nos journaux), a été vu même en Piémont, à Mondovi et à Moncalieri. De la première station, je n'ai pas encore reçu les déterminations. A Moncalieri, deux de nos observateurs l'ont vu s'allumer près de δ de la Balance; ensuite, il transversa la Vierge, et passant sous Arsur, il arriva dans la Chevelure de Bérénice. Voici la projection de la trajectoire : commencement, $\mathcal{R} = 237^{\circ}$, $\mathcal{D} = -22^{\circ}$; fin, $\mathcal{R} = 180^{\circ}$, $\mathcal{D} = +26^{\circ}$. Le noyau était plus gros que celui de Jupiter, d'une couleur blanche très-brillante, et suivi par une splendide traînée lumineuse. Sa marche était plutôt lente. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, faite à l'Observatoire de Marseille le 1er août.* Note de **M. Coggia**, présentée par M. Le Verrier.

« Un magnifique bolide rouge sang a fait son apparition hier soir, 1er août, à $10^{h}43^{m}$, temps moyen de Marseille, vers le point situé à peu près au centre du triangle formé par ζ Serpent, θ et η Ophiuchus.

» Il a pris avec une majestueuse lenteur la direction E., a passé

$10^h 45^m 30^s$ entre μ^1 et μ^2 Sagittaire, et, à $10^h 46^m 35^s$, a presque effleuré Saturne.

» Sa marche se ralentissait graduellement. Il a passé à $10^h 49^m 50^s$ un peu au-dessous de *o* Sagittaire, et à $10^h 50^m 40^s$ au S. de l'étoile *f* de la même constellation.

» A $10^h 52^m 30^s$, il est arrivé entre *i* et θ Capricorne, où il est resté un moment stationnaire.

» Changeant ensuite de direction, il a pris la direction N., laissant à 1°30′ environ à l'O. l'étoile υ Verseau à $57^m 50^s$, et s'arrêtant de nouveau à $59^m 30^s$, un peu au S.-O. de β Verseau.

» Reprenant au bout d'un moment sa marche primitive vers l'E., il a dépassé β Verseau pour s'arrêter de nouveau vers ζ Verseau et retomber ensuite avec assez de rapidité perpendiculairement à l'horizon, allant passer entre δ et γ Capricorne, et laissant à l'E. la Lune, qui était presque pleine.

» Je l'ai perdu de vue un peu au N. de θ Poisson austral, à $11^h 3^m 20^s$.

» Son diamètre, qui était d'environ 15 minutes au départ, avait rapidement diminué dès le début, et se trouvait n'être plus que de 4 minutes à son approche de Saturne. Dans la dernière période, c'est-à-dire lorsqu'il s'est arrêté entre *i* et θ Capricorne, il n'avait plus que l'éclat apparent de Vénus périgée, éclat qu'il a conservé jusqu'au moment où je l'ai perdu de vue.

» Lorsque, après s'être arrêté près de ζ Verseau, il est retombé perpendiculairement à l'horizon, il laissait échapper comme des gouttes incandescentes. »

« **M. Le Verrier**, en communiquant la lettre que M. Ch. Sainte-Claire Deville et lui ont reçue, fait remarquer que le bolide a été observé dans des conditions nouvelles et inconnues jusqu'ici. La longue durée de l'apparition est surtout extraordinaire. Une fois admise cette longue durée, les irrégularités du mouvement et sans doute la chute finale en sont des conséquences. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Bolide observé le 4 août 1871, à Trémont, près Tournus.* Note de **M. Lemosy**, présentée par M. Le Verrier.

« Cet astéroïde part à $10^h 45^m$, d'un point du ciel situé par

$$\mathcal{A} = 148^\circ \qquad \text{Dist. } \mathcal{P}. = 34^\circ,$$

un peu au-dessus du milieu de la droite υ — H Grande-Ourse. Blanc d'abord et brillant comme Jupiter, il descend vers l'horizon nord, en décrivant, pendant quatre secondes de temps, une trajectoire légèrement courbe. Il avance en augmentant d'éclat, passe avec *hésitation* au vert-émeraude et devient trois ou quatre fois plus éclatant que Vénus. Il laisse après lui une traînée phosphorescente non persistante.

» Après avoir parcouru la partie orientale de la constellation du Lynx, il s'éteint, sans fragmentation ni épanouissement de lumière, dans une région du ciel n'offrant aucune étoile visible. J'estime de la manière suivante les coordonnées azimutales du point de disparition :

$$\text{Hauteur} = 8^{\circ}, \qquad \text{Azimut} = 175^{\circ}.$$

» Dans cette même soirée nous avons compté, en une heure et demie, plus de douze astéroïdes.

» Malheureusement le mauvais temps nous a empêchés d'observer pendant les nuits suivantes. »

GÉOLOGIE. — *Sur le typhon ophitique d'Arguenos (Pyrénées de la Haute-Garonne).* Note de **M. A. Leymerie.**

« Lorsque, après être descendu de la crête des Pyrénées par la vallée de la Pique ou par celle d'Aran, ouvertes l'une et l'autre dans le terrain ancien (granitique et primaire), on arrive au bassin de Saint-Béat, où ces deux vallées se réunissent pour former la vallée de la Garonne, on devrait s'attendre à entrer dans une région moins élevée et exclusivement secondaire, d'autant plus que la série paléozoïque des hautes montagnes semblait devoir être définitivement limitée par une mince bande de grès rouge triasique qui passe à Cierp et un peu au sud de Saint-Béat; mais le géologue, au moment même où il croit en avoir fini avec le granite et les schistes de transition, voit se dresser devant lui de hautes montagnes, composées des mêmes terrains qu'il venait de traverser, avec cette différence toutefois qu'ils réapparaissent avec un couronnement des calcaires jurassiques qui de là vont s'étendre au nord pour constituer tout le pays.

» Le pic du Gar (altitude 1786 mètres), une des principales cimes de ce massif surélevé, remarquable par les rochers calcaires qui le terminent d'une manière si pittoresque, apparaît particulièrement comme une immense motte, arrachée aux entrailles de la terre, qui aurait subi un mouvement de rotation autour d'une charnière marquée par un petit vallon où se trouvent les villages de Moncaup, d'Arguenos et de Cazaunous.

» Ce pic est lardé tout autour de typhons d'ophite, qui semblent avoir profité du crevassement du sol pour venir au jour.

» Le plus considérable et le plus curieux de ces typhons se trouve dans la charnière même derrière le Gar, et par conséquent au nord de ce pic. C'est celui qui fait l'objet spécial de cette Note. Il s'étend sur 3500 mètres environ de longueur, du sud-ouest au nord-est, entre les trois villages ci-dessus nommés, et dépasse, par cette étendue extraordinaire, presque tous les gîtes connus. Nous le désignons par le nom du village d'Arguenos, qui occupe un point de son bord là où il forme une concavité.

» Le nom d'*ophite* doit représenter, suivant nous, non une roche particulière, mais un phénomène caractéristique pour les Pyrénées, qui se manifeste tout le long et vers la base de cette chaîne.

» Ce phénomène s'y présente sous deux *facies* principaux : *Diorite* et *Lherzolite*, qui peuvent coexister dans une même région et même se toucher sans se confondre. Je dois ajouter que le *facies* dioritique est le seul qui soit général, en ce sens qu'il se manifeste d'une manière sporadique, il est vrai, d'un bout à l'autre des Pyrénées, tandis que la Lherzolite n'a jamais été rencontrée, que je sache, dans la demi-chaîne occidentale à partir de la Garonne.

» Outre ces deux *facies* fondamentaux, il en est d'autres qui ne jouent qu'un rôle secondaire ou accessoire.

» Le typhon d'Arguenos, où la diorite fait complétement défaut, appartient au type lherzolite, qui s'y trouve dans un état de décomposition avancée; mais ce qui rend ce gîte particulièrement digne d'intérêt, c'est que, à cette roche qui domine dans le massif et qui constitue presque exclusivement sa partie nord-est au voisinage d'Arguenos, s'associe un autre élément très-caractérisé et développé au sud-ouest, du côté de Moncaup, qui n'a pas encore été signalé dans nos montagnes, et qui est accompagné d'accidents minéralogiques également nouveaux.

» La roche de Moncaup, qui constitue peut-être le tiers du typhon, consiste en une sorte de serpentine impure, compacte, assez fragile, sans onctuosité prononcée, plus dure que le calcaire, d'une couleur chocolat, passant au noir. Elle est fréquemment accidentée par la présence de veines ou d'enduits d'un minéral onctueux; quelquefois compacte, à cassure céroïde, le plus souvent fibreux ou asbestoïde, d'un vert agréable, passant au vert pistache, devenant gris-verdâtre ou même blanc par altération, minéral que je crois pouvoir rapporter à cette sorte de serpentine qui a été briève-

ment décrite par M. Des Cloizeaux, sous le nom de *picrolite* (1), et qui, dans tous les cas, est une espèce nouvelle pour les Pyrénées, où la véritable serpentine n'a jamais été signalée, à ma connaissance.

» La roche mère ou la matrice de ce curieux minéral renferme aussi des lamelles de diallage (bastite, bronzite...), minéral qui est encore plus fréquent dans la Lherzolite d'Arguenos.

» Tels sont les caractères lithologiques les plus essentiels du typhon d'Arguenos. Sa forme est celle d'un dôme ou ballon, qui semble sortir du dos du pic de Gar, s'épanouissant à la base en une région ondulée, où la décomposition presque complète laisse à peine subsister, çà et là, la roche intacte. Quant au rôle géognostique de ce massif, il serait difficile de ne pas lui accorder le caractère éruptif, en le voyant former une protubérance parfaitement circonscrite, au sein d'une région essentiellement jurassique à laquelle il est complétement étranger par sa nature, par sa structure et par ses formes ballonnées. J'ajouterai que, tout autour de ce môle, les calcaires au sein desquels il semble avoir surgi, par éruption, montrent des caractères exceptionnels qu'on attribue généralement au métamorphisme. Je citerai particulièrement les marbres d'Arguenos, si remarquables par leur cristallinité et par une blancheur admirable. Il faut encore signaler la couzeranite, qui se montre fréquemment dans ces calcaires, et qui est assez abondante en quelques points, notamment au bord de la grande route d'Aspet à Saint-Béat, non loin de Moncaup, pour avoir donné naissance par décomposition à une sorte de kaolin, jadis exploité pour la fabrique de Valentine, près Saint-Gaudens. »

PHYSIQUE. — *Inflammation d'un jet de gaz lors de la chute de la foudre; par* **M. W. DE FONVIELLE.**

« Divers journuux ont signalé, parmi les accidents qui ont accompagné l'orage du 3 aout, l'inflammation d'un bec de gaz de la rue Leclerc, quartier de l'Observatoire. Ce bec de gaz est placé presque à l'angle de la rue Leclerc et du boulevard Saint-Jacques.

» Le bâtiment qu'il garnit fait partie des dépendances d'une chapelle tenue par les PP. du Saint-Sacrement, et il n'a pas plus de 5 à 6 mètres de hauteur; mais le bec explosionné a été placé à 20 centimètres seulement d'un longue gouttière, qui fait retour sur le boulevard Saint-Jacques, et l'on peut dire qu'il se trouvait précisément situé à la lacune d'un circuit élec-

(1) *Manuel de Minéralogie*, t. I, p. 111.

trique complet. En effet, il communique avec le réservoir commun, par le tube qui amène le gaz du côté de la rue Leclerc. La gouttière était, de son côté, en communication électrique avec le sol *pendant la durée de l'orage*, car la pluie tombait avec abondance et battait avec une extrême violence le mur du boulevard Saint-Jacques, qui était revêtu d'une couche non interrompue d'humidité. Une décharge ayant parcouru ce circuit temporaire, une étincelle a jailli de la gouttière sur le bec de gaz et a produit l'inflammation d'un jet, avec une explosion violente. Cette explosion a disloqué un compteur à gaz, situé à 2 mètres au-dessous du bec, et produit une large gerbe. Aussitôt que cette gerbe a atteint la flamme du haut, une seconde explosion, beaucoup plus violente que la première, s'est fait entendre.

» Aucune des personnes qui se trouvaient dans la boutique du marchand de vin d'en face, situé à 10 ou 12 mètres du bec explosionné, n'a éprouvé de commotion électrique; mais Mme Couard a cru remarquer, quelques instants avant l'explosion, que toute la maison était dans un état d'agitation extraordinaire. Le phénomène a eu lieu environ à 3 heures ou 3 heures 15 minutes. »

Cette Note sera soumise à l'examen de MM. Dumas et Jamin.

M. de Biseau d'Hauteville adresse quelques nouveaux documents sur le froid anormal observé dans la nuit du 17 au 18 mai dernier. A Entre-Monts près Binche, entre Mons et Charleroy, un thermomètre placé au milieu de quelques arbres, à un mètre et demi au-dessus du sol, marquait, à 4 heures du matin, $3^{\circ},4$ au dessous de zéro. Les fanes de pommes de terre ont été désorganisées, ainsi que les pousses des hêtres, des frênes, des chênes et des noyers; les céréales n'ont pas souffert.

M. P. Guyot adresse une Note relative à la coloration du ciel à Nancy, en juillet 1871.

Ces observations ont eu pour but d'apporter quelques éclaircissements à la question de savoir si la coloration rouge du ciel, au couchant, permet de prévoir, pour un avenir prochain, du vent ou de la pluie, comme l'affirment les dictons populaires.

La Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. Chacornac adresse une Note relative aux phénomènes météorologiques observés du 29 juillet au 3 août 1871.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. Ch. Smalwood adresse, de Montréal, une Note relative aux résultats obtenus par les observatoires organisés au Canada. Ces observatoires, établis à Toronto, à Montréal, à Québec, à Halifax, à Saint-John, ont été mis en communication électrique avec le câble transatlantique.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. Leclerc adresse une Note relative à l'influence qu'à exercée sur le développement scientifique, en Arabie, *Ebn el Heitsam*, qu'il considère comme ayant été à la fois un philosophe, un physicien, un astronome, et surtout un mathématicien. La notice biographique que l'auteur joint à sa Note a été rédigée d'après *Ebn Abi Ossaïbiah.*

Cette pièce sera soumise à l'examen de M. Roulin.

M. Tavignot adresse un nouveau Mémoire relatif au traitement de la cataracte par le phosphore.

Mlle Nérée de Bermon adresse une Note relative aux résultats obtenus par elle dans le traitement de diverses maladies.

On fera savoir à l'auteur que l'Académie, malgré tout l'intérêt que peut mériter le dévouement de Melle de Bermon, dans les soins qu'elle prodigue aux classes indigentes, ne peut intervenir dans une question qui sort complétement de ses attributions.

M. A. Benoit adresse une Note relative à quelques faits propres à manifester un instinct tout particulier chez la pie et chez le corbeau.

M. C. Stuart adresse une Note sur la *Trichoschisie*, affection peu connue et qu'il considère comme une cause fréquente d'alopécie.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. J. Cloquet.

« **M. Becquerel**, en présentant à l'Académie, de la part de M. *Huette*, docteur en médecine, et un de ses lauréats, un ouvrage ayant pour titre : *Les eaux dans l'arrondissement de Montargis, étude d'hygiène publique et de géographie médicale,* accompagne cette présentation de quelques observations, destinées à faire ressortir l'importance de cet ouvrage, lequel renferme les résultats de nombreuses analyses des eaux des rivières, sources et puits de diverses localités de toutes les communes de l'arrondissement de

Montargis, avec l'indication de l'usage de chacune de ces eaux aux besoins domestiques ou industriels.

» M. Huette a commencé par donner une description géologique de la contrée, en y joignant la configuration du sol, la distribution des eaux, les causes d'insalubrité et d'endémie; c'est donc une monographie complète de tout ce qui concerne les propriétés générales des eaux de l'arrondissement de Montargis. M. Huette a employé, pour ses analyses, la méthode hydrotimétrique de MM. Boutron et Boudet, à l'aide de laquelle on détermine rapidement les proportions des matières minérales en dissolution dans les eaux des sources et des rivières, ainsi que les quantités d'acide carbonique qui s'y trouvent; il se propose d'étendre ses recherches à toutes les eaux des autres arrondissements du département du Loiret. L'entreprise de M. Huette est d'une grande importance à en juger par le travail qu'il vient d'exécuter pour l'arrondissement de Montargis.

» Il serait à désirer, ajoute M. Becquerel, qu'un travail aussi complet que celui que je présente à l'Académie fût exécuté dans toute la France, et cela dans l'intérêt de l'hygiène publique et de l'industrie. »

« **M. Chasles** présente à l'Académie le numéro de septembre 1870 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Il signale principalement, dans cette livraison du Bulletin :

» Des considérations historiques de M. J. Hoüel sur les fonctions circulaires et hyperboliques, au sujet d'une nouvelle édition des Tables de logarithmes de ces fonctions, de M. le Dr Forti, professeur de Mathématiques et de Mécanique à l'École technique communale de Pise; ouvrage écrit en italien.

» Des analyses de Mémoires importants insérés dans le 43e cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, savoir :

» De M. Rolland, *Mémoire sur l'établissement des régulateurs de la vitesse; solution rigoureuse du problème de l'isochronisme par le régulateur à boules conjuguées, sans emploi de ressorts ni de contre-poids variables; influence du moment d'inertie sur les oscillations à longue période;*

» De M. Haton de la Goupillière, *Recherches sur les centres de gravité;*

» De M. Maurice Levy, *Mémoire sur les coordonnées curvilignes orthogonales, et en particulier sur celles qui comprennent une famille quelconque de surfaces du deuxième degré;*

» De M. Tissot, *Mémoire sur l'intégration d'une classe de fonctions transcendantes*.

» La Revue des publications périodiques est fort étendue. On y trouve l'indication des principaux articles contenus dans les Recueils suivants :

» Les t. VII et VIII, 1867, des *Actes de l'Académie des Sciences* de Finlande;

» Les 1er et 2e cahiers du tome XV, 1870, du *Journal de Mathématiques et de Physique* de Leipzig;

» Le 3e cahier du tome LI, 1869, des *Archives de Mathématiques et de Physique*, de J.-A. Grunert;

» Les tomes LXXV et LXXVI des *Nouvelles astronomiques*, Altona ;

» Le *Bulletin de l'Académie des Sciences* de Bruxelles, t. XVII, avril, 1869;

» Les *Actes* du dixième congrès des Naturalistes scandinaves, tenu à Christiania, en juillet, 1868;

» Le *Journal de Mathématiques* de Naples, t. VII, mai-juin, 1870;

» Le *Bulletin* trimestriel de la Société astronomique, rédigé par MM. Auwers et Winnecke, 5e année, 5e cahier, 1870;

» *Journal de Mathématiques et de Physique*, publié à Upsal; 5e année, cahiers 2-6, 1870. »

M. Egger fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Gilbert Govi*, de six opuscules relatifs à diverses questions intéressant l'histoire des sciences (1). Il accompagne cet hommage de quelques observations générales sur les travaux de M. Govi, qui le recommandent à la confiance des savants, comme éditeur des quatre Livres inédits de l'*Optique* de Ptolémée (voir le *Compte rendu* du 17 juillet, p. 159).

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

---

(1) *Voir* le Bulletin bibliographique, p. 409.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 31 juillet 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères; par MM. H.-Milne EDWARDS *et* Alphonse-Milne EDWARDS, liv. 9, feuilles 16 à 18, planches 20, 50, 52, 53, 54. Paris, 1871; in-4°.

Météorologie et maladies régnantes observées à Perpignan pendant l'année 1869; *par* M. J. FINES. Perpignan, 1870; in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Eau sulfureuse d'Allevard, etc.; par M. J. LAURE (d'Hyères), 3e édition. Paris, 1868; in-12.

Histoire des météores et des grands phénomènes de la nature; par M. J. RAMBOSSON, 2e édition. Paris, 1870; grand in-8° illutré.

Câbles télégraphiques, souterrains, aériens, marins: leur avenir. Nouveau procédé de construction permettant l'emploi de conducteurs multiples (câble Foucaut); par M. C. FOUCAUT. Le Havre, 1871; br. in-8°.

Résumé de la météorologie de Béziers, du 1er *septembre* 1870 *au* 1er *juin* 1871, *adressé à M. Ch. Sainte-Claire Deville par* M. A. CROUZAT. Béziers, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

École normale spéciale de Cluny. Cours de zoologie et d'anatomie comparée; par M. A.-L. DONNADIEU. *Classifications zoologiques.* Sans lieu ni date; in4°, autographié. (Deux exemplaires.)

Analectes ou série de Mémoires sur les diverses parties des mathématiques; par M. N. NICOLAÏDÈS, 1re liv. Athènes, 1871; in-8°.

Documents chirurgicaux. De la guérison complète et rapide des rétrécissements de l'urètre autrefois réputés incurables, ou de la stricturotomie intra-urétrale; par M. G. GUILLON. Paris, 1860; br. in-8°.

De la lithotritie généralisée, etc.; par M. GUILLON. Paris, 1862; br. in-8°. (Ces deux ouvrages sont adressés par l'auteur au concours des prix de Mé decine et Chirurgie, 1871.)

Métallothérapie. Application des métaux aux eaux de Vichy, etc.; par M. V.

BURQ. Paris, 1871; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

De la rupture des symphyses pendant l'accouchement; par M. CHASSAGNY. Lyon, 1864; br. in-8°.

Nouvelles expériences sur le forceps; par M. CHASSAGNY. Lyon, 1870; br. in-8°.

Méthode des tractions soutenues. Le forceps considéré comme agent de préhension et de traction. Preuves expérimentales de la non-identité d'action des diverses variétés de forceps; par M. CHASSAGNY. Paris, 1871; br. in-8°. (Ces trois derniers ouvrages sont adressés au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Recherches cliniques et expérimentales sur la présence des infusoires et l'état du sang dans les maladies infectueuses; par MM. L. COZE *et* V. FELTZ. Strasbourg, 1871; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Principes de chimie biologique; par M. E. HARDY. Paris, 1871; in-12. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Les spectres d'absorption du sang; par M. V. FUMOUZE. Paris, 1871; in-4°, avec trois planches. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1871.)

Description d'un navire aérien pouvant servir à une locomotion atmosphérique; par M. R. COURTEMANCHE. Paris, sans date; br. in-8°. (Adressé au concours du prix de Mécanique, 1871.)

Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei, sessions des 5 *mars*, 16 *avril*, 7 *mai* 1871. (Envoi de M. le prince Boncompagni, présenté par M. Chasles.)

Il Nuovo Cimento, t. III, *juin à octobre* 1870; 5 nos in-8°.

Sull... *Sur l'intersection d'un ellipsoïde avec un cylindre elliptique. Recherches analytiques; par* M. B. TORTOLINI. Rome, 1871; in-4°.

Sull... *Sur l'intensité de la lumière solaire et de quelques autres sources lumineuses; par* le P. F.-S. PROVENZALI. Rome 1871; in-4°.

Cenni... *Notice biographique sur le prof. Ab.-D. Salvatore Proja; par* M. V. DIORIO. Rome, 1871; in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages, adressés par M. le prince Boncompagni, sont extraits des *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

Procès-verbaux de la Société des Sciences naturelles, anthropologie et ethnographie de l'Université de Moscou, t. VIII, 1re et 3e liv. Moscou, 1870-1871; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 août 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice sur E. Verdet; par M. A. DE LA RIVE. Paris, 1870; br. in-8°.

Leçons élémentaires de géologie appliquée à l'agriculture; par M. A. MEUGY, deuxième édition. Paris et Troyes, 1871; in-8°.

Mémoire sur les principaux champs de filons de la Saxe et de la Bohême septentrionale; par MM. MICHEL LÉVY *et* CHOULETTE. Paris, 1871; in-8°.

Hygiène de la table. Traité du choix des aliments dans leurs rapports avec la santé; par M. J.-P.-A. DE LA PORTE. Paris, 1870; in-8°.

Recherches hydrotimétriques. Les eaux dans l'arrondissement de Montargis. Étude d'hygiène publique et de géographie médicale; par M. HUETTE. Paris, 1871; in-8°. (Présenté par M. Becquerel.)

Étude d'hygiène. De l'aguerrissement des armées; par M. le vicomte DE VAURÉAL. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

De l'infini, ou Métaphysique et Géométrie à l'occasion d'une pseudo-géométrie; par M. A. TRANSON. Évreux, 1871; br. in-8°.

Sur l'infini absolu en mathématiques. Seconde Note; *par* M. A. TRANSON. Évreux, 1871; opuscule in-8°.

Malades et blessés de l'armée de la Loire. Services médicaux supplémentaires créés pendant la guerre. Rapport au Ministre; par M. T. GALLARD. Paris, 1871; br. in-8°.

Campagne de France, 1870-1871. *Les feux liquides; par* M. P. GUYOT. Nancy, 1871; br. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, XLe année, 1869. Angers, 1869-1870; 2 br. in-8°.

Esprit et matière. Réponse à M. le Dr Buchner; par M. HUBERT. Paris, 1871; in-8°.

Mémoire sur une transformation géométrique et sur la surface des ondes; par M. E. CATALAN. Bruxelles, sans date; in-4°. (Extrait du tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.*)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques rédigé par M. DARBOUX, *avec la collaboration de* MM. HOÜEL *et* LOEWY, t. I, septembre 1870. Paris, 1870; in-8°.

Questions mises au concours par la Société des Arts et des Sciences établie à Utrecht (*Pays-Bas*), 1871. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Sulla... *Sur l'opportunité de publier une traduction inédite de l'*Optique *de Ptolémée. Observations de* M. G. GOVI. Turin, 1871; br. in-8°.

Romagnosi... *Romagnosi et l'électro-magnétisme; recherches historiques; par* M. G. GOVI. Turin, 1869; br. in-8°.

Volta... *Volta et la télégraphie électrique. Recherches historiques; par* M. G. GOVI. Turin, 1868; br. in-8°.

Nota... *Notes relatives à celui qui a le premier découvert la pression atmosphérique;* par M. G. GOVI. Turin, 1867; br. in-8°.

Tre lettere... *Trois Lettres de Galileo Galilei, publiées et annotées par* M. G. GOVI. Rome, 1870; br. in-4°.

Recherches historiques sur l'invention du niveau à bulle d'air; par M. G. GOVI. Rome, 1870; br. in-4°.

(Ces six derniers ouvrages de M. Govi sont présentés à l'Académie par M. Egger.)

Handbuch... *Manuel de Mathématiques, Physique, Géodésie et Astronomie; par* M. R. WOLF, t. II, 1re livr. Zurich, 1871; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 juillet 1871.)

Page 189, ligne 8 en remontant, *au lieu de* sur toute la surface de la *craie*, *lisez* sur toute la surface de la *Crau*.

Page 208, ligne 7, *au lieu de* $C^{54}H^{40}AzO^{2}$, *lisez* $C^{54}H^{40}AzO^{20}$.

Page 226, lignes 27-28, *au lieu de* TORTOLONI, *lisez* TORTOLINI.

Page 226, ligne 28, *au lieu de* (Extrait du même *Bulletin*), *lisez* (Extrait des *Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei*).

(Séance du 24 juillet 1871.)

Page 238, équation (21), au premier membre de la première équation (21), *ajoutez* $-g\left(1-\frac{\chi}{\omega}F\right)$.

Page 284, ligne 16, *après* un nom pris dans la langue, *ajoutez* grecque.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — JUILL. 1871.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air (2) à 13m,7.	à 33m,0.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol (2) à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	755,7	13,4	22,8	18,6	11,4	24,0	17,7	18,6	18,2	18,5	17,9	17,2	9,9	10,5	67	»	2,5
2	748,4	13,9	26,3	20,1	12,2	27,6	19,9	19,9	18,9	19,0	18,5	17,5	7,7	11,7	67	»	5,0
3	750,9	14,1	22,2	18,1	13,0	23,0	18,0	17,1	16,8	18,6	18,3	17,9	15,1	10,3	68	»	12,0
4	754,7	12,7	21,6	17,1	11,4	22,7	17,0	16,8	16,4	17,3	17,7	17,7	6,0	10,3	71	»	10,5
5	757,8	12,0	21,1	16,5	11,3	22,5	16,9	16,1	15,7	17,5	17,4	17,5	13,7	9,0	70	»	9,0
6	764,5	10,9	21,9	16,4	9,6	23,9	16,7	17,4	17,4	17,8	17,6	17,6	18,3	10,0	68	»	4,0
7	759,0	12,6	25,9	19,2	10,6	26,5	18,5	21,1	21,3	19,7	18,8	18,0	18,0	11,2	60	»	2,0
8	757,3	15,5	24,3	19,9	14,2	24,7	19,4	19,4	19,2	18,8	18,8	18,5	15,1	10,1	59	»	4,5
9	758,3	13,1	23,4	18,2	11,8	24,4	18,1	19,7	19,7	19,1	18,7	18,3	12,1	9,5	57	»	7,0
10	754,5	14,5	23,6	19,0	13,2	23,9	18,5	18,6	18,3	18,9	18,7	18,4	6,9	12,3	77	»	5,5
11	745,3	15,6	19,0	17,3	14,8	21,0	17,9	15,5	15,0	17,5	17,7	18,1	5,0	10,5	79	»	11,5
12	757,9	11,8	20,3	16,0	10,9	22,7	16,8	16,8	16,7	17,8	17,5	17,5	9,0	10,0	66	»	8,5
13	758,3	14,4	20,4	17,4	13,5	21,8	17,6	17,3	16,6	17,9	17,8	17,7	3,4	12,7	84	»	7,5
14	758,1	17,2	27,8	22,5	16,2	29,6	22,9	23,6	23,4	21,5	20,0	18,6	15,3	14,1	65	»	2,0
15	758,1	18,9	25,6	22,2	18,2	27,6	22,9	22,9	22,3	21,8	21,1	19,8	13,5	13,3	65	»	4,5
16	761,5	16,2	28,0	22,1	14,3	29,7	22,0	23,9	23,7	22,5	21,3	20,2	15,0	14,3	66	»	4,0
17	759,3	18,7	29,8	24,2	17,2	31,8	24,5	25,8	25,8	23,7	22,4	20,9	16,2	17,5	71	»	3,0
18	755,5	20,3	33,9	27,1	18,9	35,0	26,9	27,4	27,2	25,3	23,8	21,9	14,0	18,4	69	»	2,5
19	751,7	20,1	31,9	26,0	18,8	32,2	26,0	23,9	23,5	24,3	23,7	22,4	10,9	16,3	70	»	4,5
20	755,6	16,9	23,4	20,1	16,2	25,9	21,0	17,8	17,4	20,7	21,4	21,6	10,0	10,6	68	»	4,0
21	757,0	14,1	25,1	19,6	11,9	27,0	19,4	20,3	20,1	21,0	20,7	20,8	17,8	11,1	62	»	1,5
22	750,9	15,6	25,5	20,5	13,0	26,1	19,5	20,1	19,7	20,9	20,8	21,0	12,0	10,8	59	»	0,5
23	752,6	14,6	22,1	18,3	13,0	24,1	18,5	17,0	16,2	20,0	19,9	20,5	9,8	9,0	60	»	8,5
24	752,2	11,7	20,8	16,2	10,6	22,9	16,7	15,8	15,5	19,0	18,9	19,9	11,2	9,6	69	»	10,0
25	744,9	12,7	19,3	16,0	11,8	21,8	16,8	15,6	15,3	18,6	18,4	19,3	10,4	9,0	65	»	13,5
26	748,0	13,3	16,8	15,0	12,5	17,8	15,1	16,0	16,1	16,9	16,4	18,6	2,2	11,1	78	»	10,0
27	752,9	11,1	19,5	15,3	10,4	22,3	16,3	15,5	15,8	17,8	17,8	18,3	8,2	10,4	75	»	16,5
28	755,7	13,9	21,7	17,8	12,8	23,6	18,2	17,6	18,1	18,0	18,2	18,5	8,1	10,8	70	»	6,5
29	754,9	11,7	23,6	17,6	10,5	25,1	17,8	18,7	18,6	18,5	18,0	18,5	10,9	11,7	76	»	0,0
30	754,6	12,2	20,1	16,1	11,2	22,8	17,0	15,8	15,7	17,4	17,7	18,2	9,6	9,6	75	»	14,0
31	757,6	10,9	20,3	15,6	9,6	22,4	16,0	15,1	14,9	17,2	17,6	18,1	8,2	10,1	78	»	10,0
Moy.	755,0	14,34	23,48	18,89	13,06	25,08	19,05	18,94	18,69	19,45	19,16	19,00	11,08	11,48	68,8	»	6,6

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.
(2) Moyenne des températures à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juill. 1871.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (1).	Cour.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
1	17°.43',6	65°.45',3	4,7226	»	»	7,2	O faible.	SO	0,5	»
2	47,0	45,1	4,7405	»	»	8,4	OSO faible.	SSO	0,8	»
3	45,5	44,3	4,6790	»	»	7,9	OSO modéré.	OSO	0,5	»
4	40,4	45,8	4,6988	2,6	2,4	5,5	OSO modéré.	OSO	0,8	»
5	45,5	43,5	4,7104	0,7	0,7	4,5	O faible.	OSO	0,5	»
6	46,1	44,9	4,7074	4,5	4,3	2,7	O faible.	OSO	0,2	»
7	»	43,9	4,7077	»	»	6,5	SO faible.	»	0,2	»
8	38,8	43,1	4,6932	»	»	7,0	O faible.	OSO	0,4	»
9	37,8	40,8	4,6808	»	»	9,1	OSO faible.	OSO	0,7	»
10	39,2	43,2	4,7062	»	»	10,0	ESE faible.	S	0,8	»
11	39,9	44,0	4,7095	9,9	10,3	6,5	OSO as. fort.	OSO	1,0	»
12	41,4	43,8	4,7131	18,2	17,9	»	O faible.	O	0,7	»
13	42,2	44,4	4,7146	0,4	0,6	5,4	SO faible	SO	0,9	»
14	38,5	43,0	4,7239	»	»	2,8	SSO faible.	SO	0,3	»
15	45,9	45,6	4,6969	»	»	6,9	ONO faible.	ONO	0,2	»
16	36,9	45,4	4,7028	»	»	5,6	NO faible.	»	0,1	»
17	38,3	44,3	4,6811	»	»	5,8	SO faible.	»	0,0	»
18	39,0	43,9	4,6684	»	»	1,6	ONO modéré.	ONO	0,2	»
19	38,9	44,0	4,6523	»	»	2,5	O modéré.	O	0,7	Agit. de l'aiguille d'inclin.
20	37,9	44,1	4,6340	»	»	2,0	ONO modéré.	NO	0,6	»
21	42,0	44,5	4,6555	»	»	0,9	O faible.	NO	0,2	Agit. de l'aiguille d'inclin.
22	39,3	50,3	4,6487	»	»	1,1	OSO faible.	SO	0,7	»
23	41,4	45,2	4,6613	»	»	2,1	O faible.	OSO	0,4	Perturbation magnétique.
24	33,9	»	»	»	»	2,2	O assez fort.	OSO	0,8	Perturbation magnétique.
25	39,5	46,5	4,6672	2,6	3,5	»	O fort.	O	0,9	»
26	35,2	45,0	4,6661	0,6	0,5	2,2	OSO as. fort.	OSO	1,0	»
27	37,6	47,3	4,6614	11,1	10,9	»	NO faible.	ONO	0,7	»
28	35,2	43,1	4,6603	»	»	5,0	OSO tr.-fort.	OSO	0,5	»
29	35,2	43,3	4,6681	»	»	2,8	SO modéré.	OSO	0,7	»
30	39,4	45,3	4,5713	28,9	21,3	»	O modéré.	SO	0,7	Orage.
31	42,1	44,4	4,6707	0,7	0,7	3,6	ONO faible.	O	0,6	Orage.
Moy.	17.40,1	65.44,6	4,6825	74,3	73,1	»			0,56	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juillet 1871.

Résumé des observations trihoraires.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy. (1)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,24	755,23	754,96	754,73	754,73	755,18	755,27	755,16
Pression de l'air sec	743,90	743,30	743,52	743,56	743,48	743,69	744,19	743,67
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (salle méridienne).	18,08	19,84	21,72	22,23	21,13	18,18	16,38	19,03
Thermomètre à mercure (jardin), *t*	17,43	20,26	22,17	22,81	20,75	17,63	15,85	18,98
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	17,08	19,90	21,93	22,56	20,55	17,41	15,59	18,71
Thermomètre électrique (13m,7)	17,35	19,85	21,61	22,65	21,62	18,04	16,28	18,94
» (33m,0)	16,96	19,29	21,30	22,11	21,10	17,99	16,22	18,70
Thermomètre noir dans le vide, T	21,77	32,80	36,15	35,68	24,85	16,89	15,22	25,26
Excès (T — *t*)	4,34	12,54	13,98	12,87	4,10	—0,74	—0,63	6,29
Thermomètre de Leslie (du 1er au 15)	5,20	6,80	6,50	6,31	1,66	»	»	»
Température du sol à 0m,02	17,89	19,26	21,20	21,56	20,15	19,01	18,33	19,45
» 0m,10	18,26	18,56	19,38	20,19	20,09	19,60	19,22	19,19
» 0m,30	18,92	18,84	18,82	18,81	18,98	19,11	19,19	18,99
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Tension de la vapeur	11,34	11,93	11,44	11,17	11,25	11,49	11,08	11,48
État hygrométrique	73,4	65,5	56,6	53,4	60,9	74,1	79,7	69,0
Inclinaison magnétique 65° +	44',40	44',64	43',29	42',35	42',01	42',74	43',25	43',48
Déclinaison magnétique 17° +	37,82	40,37	49,96	49,38	44,12	42,92	42,26	43,88
Déclinomètre sans correction	164,2	131,2	137,9	138,6	147,0	157,9	164,7	147,9
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pluie (udomètre du jardin)	13,2	1,5	6,8	17,4	20,8	17,4	1,1	78,2

Les chiffres inscrits dans cette dernière ligne sont les sommes des hauteurs de pluie observées dans l'udomètre aux heures d'observation placées en tête du tableau. Le maximum 20,8 inscrit dans la colonne de 6 heures du soir indique que, dans le mois de juillet dernier, la période la plus pluvieuse est celle qui est comprise entre 3 heures et 6 heures du soir; ensuite viennent la période qui précède et celle qui suit la première. De minuit à 9 heures du matin, il est tombé 14mm,7 en neuf heures de temps, soit environ 5 millimètres en moyenne par période de trois heures. Le minimum correspond, à l'intervallle de 9 heures du soir à minuit, pendant lequel il n'est tombé que 1m,1.

La température moyenne déduite des maxima et minima observés aux thermomètres anciens est de 18°,89. La moyenne déduite des années antérieures, groupées ensemble par mois similaires, étant de 18°,69, on voit que le mois qui vient de s'écouler est un mois à peu près normal pour la température. Pour la pluie, il en est un peu différemment : la hauteur de pluie recueillie dans l'udomètre de la terrasse a été de 74mm,3, c'est-à-dire près du double de ce qui tombe dans un mois de juillet moyen. Cependant, juillet dernier ne peut guère être considéré comme un mois pluvieux: nous n'avons eu que 11 jours de pluie, dont 3 jours de pluies abondantes; une seule averse du 30 a donné 18 millimètres d'eau dans l'udomètre du jardin.

Le thermomètre photométrique achève de caractériser ce mois par comparaison avec les autres.

---

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir, minuit.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AOUT 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de l'essaim d'étoiles filantes du mois d'août, faites pendant les nuits des* 9, 10 *et* 11 *août* 1871, *dans un grand nombre de stations correspondantes.* Communication de **M. Le Verrier.**

« Dans notre séance du 10 juillet dernier, j'ai eu l'honneur de rappeler à l'Académie que l'essaim des étoiles filantes de novembre avait été observé en novembre 1869 en un grand nombre de stations correspondantes, organisées par nous au nom de l'Association scientifique de France. Les nombreuses observations faites à cette époque sont soumises à une discussion approfondie par ceux de nos collaborateurs auxquels elles sont dues; et, très-prochainement, nous aurons l'avantage d'entretenir l'Académie des résultats obtenus.

» Les observations devaient être reprises en août 1870, et tout avait été préparé dans ce but : les événements qui survinrent alors les rendirent fort incomplètes.

» Le Conseil de l'Association, sur la proposition de sa Commission scienfique, présidée par notre confrère M. Milne Edwards, a décidé que le réseau des observations serait rétabli à l'occasion du passage d'août. Nous avons la satisfaction d'annoncer à l'Académie que cet appel a été entendu; non-

seulement nos anciens collaborateurs se sont remis à l'œuvre, mais le personnel s'est enrichi de nouveaux travailleurs, parmi lesquels on voit se dessiner de véritables vocations.

» Nous savons déjà que les opérations ont partout réussi. Les chefs des diverses stations nous ont adressé un premier et succinct rapport dont l'Académie recevra avec intérêt la communication. Mais, auparavant, il est nécessaire de dire en quoi consistait le projet d'observations dont l'exécution était confiée au zèle et à l'habileté de nos collaborateurs. On lit à cet égard, dans l'instruction qui leur avait été remise :

« On se propose de déterminer la direction du mouvement des astéroïdes et leur distance à la Terre.

» L'indication de la direction du mouvement exige que l'observateur connaisse le Ciel. Nous fournissons des cartes sur lesquelles sont indiqués les noms et les grandeurs des étoiles visibles à chaque heure de la nuit.

» La détermination de la distance exige un réseau d'observateurs. Chacune des stations effectives est informée des stations avec lesquelles elle se trouve en relation éloignée ou immédiate.

» Il est enfin nécessaire de pouvoir reconnaître quelles sont les observations d'un même astéroïde qui auront été faites simultanément dans deux stations; à cet effet on disposera de chronomètres réglés très-exactement les uns sur les autres, le soir et le matin, par des signaux télégraphiques.

» Les cartes remises aux observateurs sont au nombre de deux, représentant l'état du Ciel : la première à 10^h40^m du soir, la seconde à 1^h40^m du matin. Elles suffiront pour toutes les heures de la nuit.

» Le système employé est une projection sur l'horizon, par la latitude de 45 degrés. Il sera commode pour toutes les stations qu'il s'agit d'organiser. Les étoiles de la 1[re] à la 4.5[e] grandeur sont toutes indiquées. Les étoiles d'une même constellation sont réunies par des lignes; ces étoiles elles-mêmes sont désignées par des lettres grecques ou par des nombres. On distinguera donc toujours, et l'on indiquera avec facilité une étoile particulière du Ciel.

» Nous conseillons à l'observateur de placer sa carte sur une table, de l'y fixer, de la coller même sur une planchette, si l'on craint du vent, et de l'éclairer par une lampe munie d'un abat-jour. Les points cardinaux indiqués sur la carte seront convenablement orientés.

» Cela fait, supposons que l'observateur, muni de la première carte et surveillant la région est et sud-est du Ciel, voie passer un astéroïde entre α et β : Bélier au tiers de leur distance à partir de α, et que, l'ayant suivi dans sa course, il le voie passer sur α Pégase. Il devra noter ces circonstances. Nous ne lui conseillerons point de les écrire sur un carnet : l'expérience a montré qu'il vaut mieux le faire sur la carte elle-même. Avec un bon crayon, on tracera une ligne passant par les points ci-dessus indiqués, et qu'on précisera avec soin. Dans l'exemple choisi, on marquera d'une petite croix le point où la ligne passe entre α et β Bélier, et d'une autre petite croix son arrivée sur α Pégase. Le long de la ligne, on indiquera par une flèche très-simple la direction du mouvement. Enfin, le long de cette même ligne, on écrira l'heure, la minute et la seconde du commencement de l'apparition.

» A l'égard de la détermination du temps, nous conseillons aux observateurs de s'adjoindre des aides chargés de compter et de battre la seconde assez haut pour que l'observateur des étoiles n'ait pas à consulter directement le chronomètre.

» Le règlement des chronomètres des diverses stations les uns sur les autres réclame la plus grande attention. Il sera effectué à l'aide de signaux télégraphiques.

» Supposons qu'il s'agisse, par exemple, de la comparaison des chronomètres de Marseille et de Toulon. Les chefs des deux stations se transporteront avec leurs chronomètres, et en usant des plus grandes précautions, aux postes télégraphiques de Marseille et de Toulon, aux heures convenues avec l'Administration des lignes télégraphiques.

» La correspondance étant établie, l'observateur de Marseille commencera une série de signaux qui consisterout en des coups frappés sur le manipulateur du *Morse* à Marseille, et qui se répéteront à Toulon.

» Après une suite de coup précipités, servant d'avertissement et donnés à 50 secondes, onze coups seront frappés, à partir du commencement d'une minute, au chronomètre de Marseille : à 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 secondes. Là, il y aura un intervalle de neuf secondes; onze autres coups seront frappés de 20 à 30 secondes. Après un nouveau repos de neuf secondes, onze coups seront encore frappés de 40 à 50 secondes. Marseille notera avec soin les instants où il aura donné les signaux, et Toulon ceux où il les aura reçus.

» Les observateurs sont priés de réduire sans retard leurs observations, conformément aux instructions données dans le *Bulletin spécial*. »

» En conséquence, les stations étaient toutes munies des cartes et des chronomètres nécessaires.

» Les cartes ont été construites à Metz en 1870 par M. Baur, professeur de dessin à l'École d'application. M. le général Didion et M. Baur en ont fait exécuter un nouveau tirage en 1871. Mais comme les exemplaires envoyés de Metz à Paris le 26 juillet n'y sont parvenus que le 12 août, il a fallu au dernier moment y suppléer par l'envoi aux observateurs d'exemplaires d'un grand planisphère.

» Notre confrère, M. Jurien de la Gravière, directeur du Dépôt de la Marine, avait bien voulu mettre à la disposition de l'Association plusieurs excellents chronomètres, et cet exemple avait été suivi par la Marine dans les différents ports et par nos plus habiles constructeurs.

» Pour la comparaison de ces appareils et l'unification du temps, M. Pierret, directeur des Lignes télégraphiques, nous a donné le concours de son administration, sans aucune réserve. C'est un devoir pour nous de remercier MM. les Chefs du poste central de Paris, et MM. les Directeurs des Stations télégraphiques des départements, dont la complaisance a été inépuisable, surtout quand les orages qui sont survenus rendaient les communications difficiles.

» Nous avons emprunté l'heure à Paris, à la pendule de la Marine que

M. de Caspari, ingénieur hydrographe, a bien voulu régler par des observations spéciales. Les signaux pour la comparaison des chronomètres ont été envoyés six fois pendant les trois jours, savoir :

» 1° Du poste central de Paris et par nous : à Bordeaux, Chartres, La Guerche, Le Mans, Marseille, Limoges, Montpellier, Poitiers, Sainte-Honorine-du-Fay (Évrecy), Saint-Lo et Trémont (Tournus);

» 2° Du poste de Marseille, par M. Stephan : à Barcelonnette, Bordeaux, Gênes, Lyon, Turin (pour Turin et Moncalieri), Nice et Toulon;

» 3° Du poste de Bordeaux, par M. Lespiault : à Rochefort et Laressore;

» 4° Du poste de Lyon, par M. Lafon, à Grenoble;

» 5° Du poste de Montpellier, par M. Diacon, à Agde.

» On remarquera que Marseille recevait l'heure de Paris, et que Bordeaux la recevait à la fois de Paris et de Marseille. Par là le circuit est complet, et il y a une vérification. Les chronomètres de toutes les stations du réseau peuvent être et seront ramenés à la même heure du Dépôt de la Marine, afin qu'on puisse juger à première vue de celles des étoiles filantes qui pourraient être les mêmes pour deux ou plusieurs stations.

» Les opérations, avons-nous dit, ont parfaitement réussi. On en jugera par l'analyse des rapports qui nous ont été immédiatement adressés de divers points.

« *Agde.* — M. Romieu a observé avec ses élèves : 301 étoiles ont été déterminées, c'est-à-dire tracées exactement sur les cartes avec l'heure précise de l'apparition; on ne parle pas du reste, ce qui ne pourrait qu'allonger et compliquer inutilement les travaux. Les météores ont présenté un éclat ordinaire, si l'on en excepte deux ou trois, par nuit, et ils ne laissaient pas de traînée lumineuse apparente. Quant aux directions, on a remarqué que généralement, après un temps d'arrêt, les étoiles filantes apparaissaient presque simultanément dans une même partie du Ciel, en suivant des routes parallèles et quelquefois identiques à quelques secondes d'intervalle. Après quelques instants de repos, le phénomène se reproduisait d'un autre côté.

» *Angers.* — M. Alb. Cheux considère ses travaux présents comme une étude propre à permettre en novembre l'organisation d'une nouvelle station précise.

» *Barcelonnette.* — M. Giraud, directeur de l'École normale, a adopté les mesures les plus minutieuses pour assurer le succès des observations auxquelles a pris une part active M. Borrelly, de l'Observatoire de Marseille. Bien qu'il n'ait pas été possible d'observer pendant la troisième nuit, le ciel étant couvert, 654 météores ont été déterminés. On a constaté un maximum, le 9, de 14 à 15 heures, et le 10, de 13 à 15 heures. Ont pris part aux travaux : MM. Giraud, Borrelly, Manuel, Lodoyer, Lartigue, Vernet, Caire, Jaillet, Ollivier, Proal, Gastinel, Ricaud.

» *Bordeaux.* — M. Lespiault fait connaître que 362 étoiles ont été déterminées. L'heure a été bien reçue de Paris et Marseille, et bien transmise à Rochefort. L'observateur envoie,

ainsi que tous les autres, les temps des signaux échangés. Ont pris part avec lui aux travaux : MM. Abria, Glotin, Rodier, Léonce Richard, Laurendeau, Roussanne, Lalanne, Coquet, Chodu, Berthelot, Perrineau, de Tournadre. M. Blanc a prêté deux excellents chronomètres.

» *Chartres*. — M. Wolf, qui s'est rendu dans cette station, située au centre de celles de la contrée, écrit :

« Les observations ont été faites avec le plus grand zèle par les maîtres-adjoints et les » élèves-maîtres de l'École normale. Le directeur, M. Person, y a donné le concours le » plus actif, dont je ne saurais trop le remercier.

» Voici les noms des personnes qui ont pris part aux observations des trois nuits. J'ai » pensé qu'il vous serait agréable de les faire connaître; c'est la seule récompense que nous » puissions donner à leur zèle, et elle est bien méritée : MM. Commolet, Laigneau, Labrunie, » Coudray, Poulain, Nalot, Lhopiteaux, Heurdier, Fousset, Poisson, Charles, Gougère.

» M. Commolet s'est chargé du relevé des étoiles et de la détermination des ascensions » droites et distances polaires.

» Il a été observé : dans la nuit du 9, 170 étoiles; dans la nuit du 10, 400; dans la nuit » du 11, 410; près d'un millier d'étoiles. La nuit du 10 a fourni plusieurs très-beaux » bolides, un entre autres dont la traînée a persisté pendant trois minutes, en passant de la » forme rectiligne à une figure en spirale. Je vous envoie les comparaisons chronomé- » triques. »

» *Gênes*. — Le directeur de l'Observatoire, M. P. Garibaldi, signale, par un télégramme, un nombre de 1696 météores.

» *La Guerche*. — M. Faucheux a éprouvé de grandes difficultés, pour la réception télégraphique de l'heure, à l'une des gares du chemin de fer, à cause du service nécessaire des gares intermédiaires; 197 étoiles ont été déterminées. La région de l'Ourse et du Cocher, d'une part, et celle de Pégase et d'Andromède, de l'autre, sont celles qui ont été le plus sillonnées les 10 et 11, particulièrement le 11. Ce dernier jour, à La Guerche, le passage paraissait terminé pour les régions nord, ouest et sud, tandis qu'il persistait encore, bien que s'affaiblissant, dans la région orientale.

» *Laressore*. — M. l'abbé Souberbielle, professeur au petit séminaire, a déterminé 250 étoiles pendant les nuits des 10 et 11, celle du 9 ayant été couverte. On en a compté beaucoup plus, de 6 à 700 le 10, et de 7 à 800 le 11. M. Souberbielle avait fait à Bordeaux un voyage spécial pour obtenir un chronomètre.

» *Le Mans*. — MM. Martin et Ponton d'Amécourt signalent 200 météores déterminés par la Commission.

» *Limoges*. — M. le commandant Follie y a observé avec l'aide de MM. Petit, professeur, Petit fils, Mathenet, Chemieux, Duboys, Maury et Bain; 217 météores ont été déterminés. Presque toutes les directions prolongées passaient par Persée; il y a pourtant eu quelques exceptions : quelques-uns marchaient vers cette constellation. Deux aérolithes ont paru en même temps, en se croisant à angle droit; la traînée de celui qui marchait vers Persée était très-courte.

» *Lyon*. — M. le professeur Lafon a fait les observations à lui seul. Néanmoins, il a pu bien tracer 80 trajectoires. L'heure a été bien reçue de Paris et bien renvoyée à Grenoble.

» *Marseille*. — M. Stephan a été secondé par MM. Hue et Coggia. Malgré la pauvreté

du passage, 321 étoiles ont été, pendant les trois nuits, notées aussi exactement que le peut permettre le procédé d'inscription sur les cartes. M. Stephan adresse tous les temps des signaux qu'il a envoyés à Bordeaux, Lyon, Barcelonnette, Toulon, Nice, Gênes, Turin. Comme M. Lespiault nous a adressé les temps qu'il a reçus à Bordeaux de Paris et de Marseille, nous avons pu vérifier que le circuit est très-bien fermé.

» *Montpellier.* — M. Diacon annonce que les observations ont été faites par MM. Combescure, Diacon, Moitessier, Hardin-Delteil, Collot, Dufour, Henneguy, Seguy, Racanier, Donnadieu, Compazieu, Guinard et Hunoldt. Le ciel, très-pur pendant la seconde nuit, a été fort incertain pendant la première et la troisième; 973 météores ont été notés, dont la plus grande partie sont enregistrés sur les cartes. Les observations ont été faites sur la porte du Peyrou, dont tout le monde connaît la magnifique situation.

» *Nice.* — M. Delestrac signale particulièrement le zèle de M. Farcy. On n'a pu observer, pendant la première nuit, un orage violent ayant éclaté entre Nice et Marseille et ayant même interrompu la ligne; 200 étoiles ont été enrégistrées pendant les deux nuits du 10 et du 11.

» *Paris-Belleville.* — M. l'ingénieur Trémeschini et ses collaboratemrs ont observé dans cette station. Ces messieurs ont enregistré 775 météores, dont un extrêmement brillant. Chaque jour M. Trémeschini est venu comparer son chronomètre au nôtre.

» *Poitiers.* — M. Sansac de Touchimbert, adjoint au maire, a observé dans cette station et n'a noté non plus que les météores susceptibles d'être bien définis; 600 à 700 observations ont été recueillies.

» *Rochefort.* — MM. Courbebaisse et Simon ont tracé les trajectoires de 269 météores pendant les trois nuits, et en ont vu quatre fois autant. Déjà M. Simon a relevé et envoie les coordonnées du commencement et de la fin de chacune des trajectoires.

» *Sainte-Honorine-du-Fay.* — M. le curé Lebreton a fait les observations à l'aide de l'instrument qu'il a construit à cet effet. M. Lebreton a été aidé par MM. Lesoif et Macle. Il a pu déterminer, avec une très-grande précision, 306 météores.

» *Saint-Lo.* — M. Tarry, inspecteur des Finances, en résidence momentanément à Saint-Lo, a organisé la station. Il a été parfaitement secondé par le Directeur de l'École normale, M. Delaplanche, et MM. Aubry, Cateloup, Hoüel, Launay, Bigot, Daniel, Guillemin. 615 météores ont été enregistrés. Comme l'observateur de La Guerche, M. Tarry signale des intermittences dans le passage. C'est dans la nuit du 10 au 11 que les météores ont été les plus beaux. A 10 heures, M. Delaplanche signale un éclair formé de deux bandes lumineuses simultanées, larges d'au moins $\frac{1}{2}$ degré chacune et se croisant dans le Cygne. (M. Follie n'ayant pas donné, dans un premier rapport, l'heure où il a vu à Limoges deux astéroïdes se croiser à angle droit, nous ne savons si les deux phénomènes se rapportent l'un à l'autre.)

» *Toulouse.* — M. Daguin y a observé, avec messieurs ses fils, dans une tour de l'hôtel de Montmorency, appartenant à M. Cruwy. Les nuages orageux ont beaucoup gêné pendant les premières nuits. Ces messieurs ont cependant déterminé 136 météores.

» *Toulon.* — M. Zürcher, capitaine du port, forcé de s'absenter, a été remplacé par M. de Grainville, professeur d'hydrographie; 189 météores ont été déterminés. M. de Grainville fait connaître que les officiers du *Caton*, en rade de Toulon, ont délerminé 67 météores. Leur chronomètre était chaque jour comparé avec soin à l'Observatoire de Toulon.

» *Trémont.* — MM. Magnien et Lemosy ont été aidés par MM. Puvis, Privey, Goujon et Flotte. Les étoiles étaient, en général, de la plus faible grandeur, et ne parcouraient

qu'un petit nombre de degrés. Le 10, elles étaient, en général, plus belles, et leurs trajectoires plus longues. Un bolide a paru vers 1 heure et demie du matin. La position en est relevée avec soin. Le 11, un bolide a paru à 3 heures du matin, 910 étoiles ont été notées, dont environ un tiers sont déterminées.

» *Turin.* — M. Dorna, directeur de l'observatoire de Turin, a fait les observations avec MM. Alexandre Rovère et Ange Channier. Avec un mauvais temps la première nuit, ces messieurs n'ont pu voir que 21 étoiles; la route de 12 a été tracée. La seconde nuit, un très-beau temps a permis de voir 311 étoiles et de tracer 127 trajectoires. M. Dorna transmet les temps des divers signaux qu'il a reçus de Marseille, et enverra ses observations dès qu'elles seront réduites. »

» Nous n'avons point encore reçu le compte rendu des observations de Grenoble, Moncalieri, Pérouse, Volpeglino, etc.

» Mais dès à présent, l'Académie voit que le nombre des observations recueillies est immense, et qu'en les discutant avec soin on en déduira une description précise du phénomène pendant les trois jours. Tous les observateurs ont annoncé leur intention formelle de coopérer à la réduction et à la discussion. Nous tâcherons de les seconder, et ainsi l'on peut espérer d'arriver promptement à des résultats que nous aurons l'honneur de présenter à l'Académie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation relative à la dénomination de* bolide, *donnée au météore récemment observé par M.* Coggia; *par* **M. Élie de Beaumont.**

« M. Élie de Beaumont fait observer qu'on pourrait discuter la question de savoir si la dénomination de *bolide* doit être appliquée au météore lumineux vu à l'Observatoire de Marseille, par M. Coggia, dans la nuit du 1er au 2 août (1).

» Le mot *bolide* paraîtrait dérivé du mot grec βαλλω (envoyer), duquel dériverait probablement aussi la terminaison *bole* des mots *parabole* et *hyperbole.* Il impliquerait l'idée d'une trajectoire régulière due à une forte impulsion donnée à un corps beaucoup plus dense que l'air atmosphérique. Un bolide serait ainsi une sorte de *projectile naturel.*

» C'est vers 1820 qu'on a commencé à reconnaître généralement que la plupart des étoiles filantes répondent à cette idée; mais il n'a jamais été établi qu'il ne puisse quelquefois apparaître sur la voûte céleste des points ou des disques lumineux d'une nature différente. Avant de regarder les étoiles filantes comme étant généralement de très-petits corps planétaires,

---

(1) *Voir* à la séance précédente, p. 397.

on examinait si en effet elles ne pourraient pas résulter de l'inflammation d'amas de vapeurs condensées en certains points de l'atmosphère. On cite des *feux follets*, des *tonnerres en boule*, des *nuages phosphorescents*, et il existe évidemment encore beaucoup d'inconnu dans ce chapitre. C'est un motif pour décrire, sans idées préconçues, toutes les apparitions lumineuses que le ciel peut nous présenter avec d'autant plus de soin et de scrupule que les circonstances en sont plus singulières, quelle que soit d'ailleurs la dénomination sous laquelle elles pourront avoir été enregistrées de prime abord. »

« **M. Dumas** rappelle que, sur la demande du Ministre de la Guerre, l'Académie examinait, en 1843, les pains distribués à la place de Paris et à plusieurs autres places de France, lesquels, durant les chaleurs extraordinaires de l'été, présentaient une altération spéciale. Un Rapport excellent de notre regretté confrère M. Payen faisait connaître la cause de cette altération. Elle était due, d'après la Commission dont il était l'organe, au développement d'une végétation cryptogamique, d'un champignon nouveau, l'*oïdium aurantiacum*.

» Les naturalistes qui pourraient prendre intérêt aujourd'hui à étudier cette espèce, et les personnes qui désireraient la soumettre à des expériences sous le rapport de l'hygiène, peuvent la retrouver en ce moment à la Manutention militaire, où elle n'avait pas reparu, à ce qu'il semble, depuis trente ans.

» La moindre parcelle du pain attaqué par l'oïdium suffit pour le semer sur du pain frais et pour l'y reproduire en quantités indéfinies.

» M. Dumas place sous les yeux de l'Académie un morceau du pain infecté par l'oïdium. »

PHYSIQUE. — *Effets produits par la foudre sur un peuplier, à Rouvres (Haute-Marne)*. Extrait d'une Lettre de **M. Ant. Passy** à M. Becquerel.

« .. L'Académie accueille avec intérêt la description des effets de la foudre. Voici les détails que je viens d'obtenir sur un phénomène de cette nature, qui s'est produit chez M. Dailly, dans sa ferme d'Étiefs, commune de Rouvres, canton d'Auberive (Haute-Marne), le 2 juillet dernier :

» Les bâtiments de la ferme, isolés au milieu des cultures, sont situés dans la vallée de l'Aube. Les deux plateaux qu'elle sépare sont couverts de forêts qui descendent, en général, jusqu'au milieu des pentes. Leur altitude est, en moyenne, de 400 mètres; celle de la vallée, 280 mètres.

» L'orage du 2 juillet, qui a duré quatre heures, débuta par une pluie subite et forte, devenue bientôt torrentielle. Vers $4^h 30^m$, un coup de tonnerre très-violent, précédé de roulements, éclata accompagné d'un éclair rouge, large et intense. La foudre tomba sur un vieux peuplier d'Italie (*Populus fastigiata*), âgé de plus de soixante ans, de 30 mètres de hauteur, portant 3 mètres de tour à 1 mètre du sol.

» La foudre, descendant du sommet jusqu'à la base, se partagea, à 15 mètres du sol, en deux sillons espacés par 33 centimètres, enlevant l'un et l'autre l'écorce épaisse sur une largeur de 20 centimètres en moyenne. Les branches sur le trajet ont été enlevées ou restent desséchées.

» Au pied de l'arbre, la longueur de l'écorce et des éclats de bois enlevés est de $1^m,50$, les deux sillons s'étant réunis. L'arbre est fendu dans sa partie antérieure jusqu'à 3 mètres en remontant de la base où la foudre s'est perdue. Dans cette large et profonde déchirure, le bois est séparé du tronc sur une épaisseur de 20 centimètres; de longs et gros éclats demeurent attachés à la base dans la partie dénudée, mais ne formant plus corps avec le tronc.

» On a ramassé les lambeaux de bois rejetés par la foudre, et l'on en a formé un amas de 65 centimètres de côté et de 50 de hauteur.

» Au même moment, la foudre tombait, sous la forme d'une boule de feu, par la cheminée de la chambre de la ferme, distante de 37 mètres du peuplier, qui se trouve isolé et éloigné de 10 mètres du mur du bâtiment; ce bâtiment a une largeur de $7^m,85$, et la face opposée est éloignée de la chambre de $29^m,15$. La foudre, là, n'a causé aucun dommage, mais une jeune femme enceinte y reçut une forte commotion dont elle se ressent encore; une autre se trouva presque asphyxiée.

» Dans la cour, entre le bâtiment et la chambre, le jardinier fut repoussé à 1 mètre, et sa femme, à côté de lui, sentit une vapeur brûlante lui passer sur le visage, tandis que sa fille, plus éloignée, se plaignit d'un sentiment de brûlure sur les jambes.

» J'ai pu constater, par ces naïfs témoignages, les effets de ce coup de foudre, et m'assurer de sa marche sur l'arbre qui végète encore vigoureusement dans les parties qui ont été épargnées.... »

M. Wheatstone fait hommage à l'Académie de deux Notes insérées dans les *Proceedings* de la Société royale de Londres, « sur une cause d'erreur dans les expériences électroscopiques », et « sur la polarisation successive de la lumière, et description d'un nouvel appareil de polarisation ».

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE. — *Observations sur quelques points de l'Embryologie des Lémuriens et sur les affinités zoologiques de ces animaux; par* **M. ALPH.-MILNE EDWARDS.** (Extrait par l'auteur.)

« Dans tous les systèmes actuels de classification, les Lémuriens forment avec les Singes un seul et même groupe, appelé l'*ordre des quadrumanes*. Diverses considérations anatomiques m'avaient conduit à douter de la justesse de ce rapprochement, et je désirais vivement pouvoir rechercher si les caractères tirés du développement de l'embryon viendraient l'appuyer ou le contredire. Aussi, au moment où mon ami M. A. Grandidier est parti pour accomplir son dernier voyage d'exploration à Madagascar, où il avait déjà découvert tant de faits nouveaux et importants, ai-je dirigé son attention sur ce point, lui recommandant de rechercher avec soin les femelles de Lémuriens à l'état de gestation. Les résultats obtenus par ce savant voyageur ont surpassé mes espérances, car il s'est procuré des fœtus appartenant à quatre genres différents du groupe des Lémuriens, et il a bien voulu les mettre à ma disposition. Les dissections que j'en ai faites m'ont permis de constater qu'il existe, sous le rapport du développement intra-utérin, des différences essentielles entre les Lémuriens et les Singes. On sait que chez ces derniers le placenta est petit, discoïdal et intimement uni à la caduque utérine, et que la vésicule ombilicale est très-réduite et disparaît même de très-bonne heure. Les Lémuriens nous offrent une disposition très-différente. Ainsi, chez le Propithèque, qui peut être considéré comme l'un des représentants les plus élevés du type que nous étudions, et par conséquent le plus voisin des Singes, le chorion est presque entièrement couvert de villosités épaisses et serrées, constituant une sorte de coussin vasculaire, et formant le placenta qui encapuchonne presque complétement l'amnios et que je désignerai sous le nom de *placenta en cloche*, par opposition au *placenta discoïde* de l'Homme et des Singes, au *placenta zonaire* des Carnivores et au *placenta diffus* des Herbivores. Les villosités, très-touffues vers les portions moyenne et supérieure de l'œuf, diminuent graduellement en se rapprochant du pôle céphalique, où elles disparaissent presque entièrement sur une étendue d'ailleurs peu considérable. La caduque utérine est très-développée et présente une disposition correspondante.

» Entre le chorion et la tunique amniotique on trouve un vaste sac membraneux qui s'étend dans le sens du grand axe de l'œuf, et qui adhère au cordon ombilical par un pédoncule court et grêle. Ce sac se prolonge de façon à constituer à chacune de ses extrémités une espèce de corne digitiforme, et ne contracte que des adhérences faibles avec les deux tuniques adjacentes; aucun des gros vaisseaux du cordon ne s'y distribue. Si l'on injecte, sous l'eau, de l'air dans cette poche, on la voit se distendre, et ses contours se dessinent nettement. Elle représente la vésicule ombilicale beaucoup moins développée chez la plupart des Mammifères onguiculés.

» Dans les genres Lepilemur, Hapalemur et Chirogalus, le placenta offre les mêmes caractères.

» Il résulte de cette étude que les tuniques de l'embryon des Lémuriens sont conformées d'après un plan dont nous ne connaissons encore aucun autre exemple dans la classe des Mammifères. Ce type spécial s'éloigne beaucoup plus de celui de l'Homme, des Singes, des Chéiroptères, des Insectivores et des Rongeurs que de celui qui est propre aux Carnassiers; car si l'on suppose un instant le pôle caudal de l'œuf du chien envahi par les villosités du placenta, on a presque la réalisation des caractères spéciaux à l'œuf des Lémuriens; j'ajouterai que la disposition de la vésicule ombilicale est, à peu de chose près, la même dans ces deux types, tandis que chez les Singes elle est complétement différente.

» Ces caractères embryologiques si importants sont en rapport avec ceux que fournissent le cerveau, le crâne, le système dentaire et les mains.

» Le cerveau des Lémuriens les plus élevés en organisation ne se développe que peu en arrière, et au lieu de recouvrir entièrement le cervelet, comme il le fait chez les Singes, il laisse à découvert une portion plus ou moins considérable de cet organe. Aussi Gratiolet avait-il déjà reconnu que les caractères de l'encéphale des Lémuriens séparent nettement ces animaux de tous les Primates.

» L'orbite, qui, dans le groupe des Singes, est complétement cloisonnée en dehors et isolée de la fosse temporale, communique largement avec celle-ci dans tous les genres de Lémuriens, ce qui donne à leur tête osseuse une certaine ressemblance avec celle des Carnivores.

» Les dents qui arment en avant la mâchoire inférieure sont conformées d'une manière très-différente chez les Singes et les Lémuriens. Chez les premiers, la distinction entre les canines et les incisives est très-nette, et celles-ci sont presque verticales; chez les seconds, elles sont étroites, serrées les unes contre les autres en forme de peigne, couchées presque hori-

zontalement, et de formes tellement similaires que certains zoologistes les considèrent comme étant toutes des incisives, tandis qu'en réalité celles de la troisième paire représentent les canines des autres Mammifères.

» Les mains, dont le pouce est toujours bien développé et presque constamment opposable aux autres doigts, ne présentent pas les caractères de celles des Singes. Elles sont admirablement conformées pour grimper, mais impropres à la préhension des aliments. C'est avec la bouche que ces animaux saisissent d'ordinaire leur nourriture, à moins qu'ils n'emploient à cet effet leurs deux mains réunies, ainsi que les Écureuils et beaucoup de Rongeurs ont l'habitude de le faire. Les doigts, au lieu d'être amincis vers le bout, comme ceux des Singes, s'élargissent généralement dans leur portion terminale en formant des pelotes discoïdales que l'ongle ne recouvre qu'incomplétement. Enfin l'index de la main postérieure se termine, comme on le sait, par une véritable griffe.

» Si, dans la classification des Mammifères, on veut que les groupes naturels, désignés sous le nom d'*ordres*, aient une même valeur zoologique, il me semble impossible de réunir dans une division, ayant ce degré d'importance, les Singes et les Lémuriens. L'existence d'une main peut se rencontrer chez des animaux dérivés de types très-différents; on en connaît depuis longtemps des exemples parmi les Marsupiaux, tandis que parmi les Singes, on trouve, à côté d'espèces franchement pentadactyles, d'autres espèces dont les membres antérieurs sont privés de pouce. On ne peut donc pas considérer cette particularité organique comme constituant un caractère dominateur, et les différences nombreuses et essentielles que j'ai signalées dans le cours de ce Mémoire me semblent avoir une valeur zoologique bien supérieure, nécessiter entre les Singes et les Lémuriens une distinction profonde, et c'est en m'appuyant sur ces faits que je proposerai de considérer ces groupes comme formant l'un et l'autre un ordre particulier : l'ordre des Lémuriens, reliant l'ordre des Singes à l'ordre des Carnivores. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *De l'insuffisance des chaînes de sûreté du matériel des chemins de fer; par* **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Lorsque la barre d'attelage reliant deux wagons vient à se rompre, il en est presque toujours de même des chaînes de sûreté, dès qu'elles sont

arrivées à leur tension maximum : de sorte qu'elles sont à peu près inutiles.

» Aussi les ingénieurs qui s'occupent réellement de la pratique des chemins de fer ne considèrent guère l'accrochage des chaînes de sûreté que comme se rattachant à l'exécution d'une mesure administrative, et n'aboutissant qu'à gêner la manœuvre des hommes d'équipe; c'est ainsi que certaines Compagnies n'ont pas adopté de types spèciaux pour ces chaînes, qui offrent ainsi les plus grandes variétés.

» Il est bon de faire remarquer que l'on ne pourrait, sans inconvénients sérieux, augmenter le diamètre du fer employé ou entre-toiser les maillons.

» J'ai cherché, dans ce Mémoire, à me rendre compte des faits observés, en reprenant préalablement, mais d'une autre manière, la question de la résistance des chaînes à maillons plats, que j'ai traitée pour la première fois en 1862, dans les *Annales des Mines*.

» Soient :

r le rayon moyen du coude d'un maillon,

$2l$ la longueur de chacun de ses longs côtés,

E le coefficient d'élasticité de la matière,

$$A = \frac{\dfrac{\rho^2}{4} + \dfrac{r^2}{1 + 3\,\dfrac{1}{6}\,\dfrac{\rho^2}{r^2} + 3\,\dfrac{5}{6}\,\dfrac{1}{8}\,\dfrac{\rho^4}{r^4} + \ldots} - rl}{l + \dfrac{\pi r}{2}\left(1 + 3\,\dfrac{1}{6}\,\dfrac{\rho^2}{r^2} + 3\,\dfrac{5}{6}\,\dfrac{\rho^4}{r} - \ldots\right)},$$

$$k = r + l - \frac{4r^2}{\rho^2\left(1 + 3\,\dfrac{1}{6}\,\dfrac{\rho^2}{r^2} + \ldots\right)}\left[r\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) + A\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)\right],$$

$$h = 1 + \frac{r + A}{\rho},$$

μ l'allongement relatif de deux tringles de diamètre ρ, de même longueur que les chaînes, et qui se trouveraient dans les mêmes conditions.

» On a, pour la tension élastique maximum développée, rapportée au mètre carré,

$$\Gamma = Eh\mu,$$

et, pour le travail moléculaire correspondant à la déformation,

$$2E\pi\rho^2 k\mu^2.$$

» Cela posé, on arrive à la formule suivante, relative aux chaînes de

sûreté,

$$\Gamma = h\sqrt{\frac{Te}{2\pi\rho^2 k}\,\frac{m}{\mu + m}\,\frac{r+l}{L}\,E},$$

dans laquelle T est l'effort de traction du train, calculé, si l'on veut, par la formule de Harding, L la longueur de chaîne, e son excès sur la distance normale des attaches, μ et m les tonnages des masses d'avant et d'arrière du train, séparées par la barre qui s'est rompue.

» En appliquant cette formule à un type de train de la Compagnie de Lyon, correspondant à une machine mixte série 700, on trouve

$$\Gamma = 4.8\sqrt{m}.$$

» En supposant seulement $m = 36$ ₸, on aurait

$$\frac{\Gamma}{10^6} = 28^{\text{kil}},8,$$

chiffre ordinairement supérieur à la limite d'élasticité des fers employés dans la construction des chaînes : ce qui explique les faits observés.

» Il serait préférable de transformer les chaînes de sureté en chaînes de *secours*, en les accrochant après leur propre wagon; elles permettraient, lors d'une rupture de barre, ce dont on s'aperçoit presque toujours de suite, de réunir les deux parties du train, que l'on pourrait ainsi conduire au moins à la gare suivante. Les chaînes employées sont d'ailleurs suffisantes pour résister comme attelage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau principe, volatil et sucré, trouvé dans le caoutchouc de Bornéo.* Note de **M. Aimé Girard.**

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Peligot, Pasteur.)

« Sous le nom de *dambonite*, j'ai fait connaître, au mois d'octobre 1868, une matière sucrée, volatile, dont j'avais reconnu l'existence dans le jus extrait du caoutchouc du Gabon. Cette matière répond à la formule $C^8H^8O^6$, et elle est remarquable surtout par son mode de décomposition en présence de l'acide iodhydrique. En effet, chauffée en vase clos, vers 100 degrés, avec un excès d'acide iodhydrique fumant, elle se dédouble en éther méthyl-iodhydrique et en une nouvelle substance sucrée également, cristallisée, d'une grande stabilité, ayant la composition du glucose desséché, et pour laquelle j'ai provisoirement adopté la formule $C^6H^6O^6$ résultant de l'équation

$$C^8H^8O^6 + IH = C^2H^3I + C^6H^6O^6.$$

» J'ai donné à cette substance, qui offre avec l'inosite beaucoup d'analogie, le nom de *dambose*.

» Depuis l'époque où j'ai présenté à l'Académie une Note à ce sujet, j'ai continué des recherches du même genre sur les caoutchoucs importés en Europe de divers pays, et provenant, comme le caoutchouc du Gabon, de plantes grimpantes, de lianes du genre *urceola*. Tels sont les caoutchoucs de Bornéo, de Madagascar, etc. Ces produits, coagulés dans les mêmes conditions que le caoutchouc du Gabon, renferment tous, dans leur masse, un liquide salin et sucré qu'il est facile de recueillir lors du passage du caoutchouc aux cylindres nettoyeurs.

» Dans aucun de ces caoutchoucs, je n'ai, jusqu'ici, retrouvé la dambonite, mais plusieurs d'entre eux m'ont fourni des matières sucrées nouvelles.

» Je me propose de décrire aujourd'hui les propriétés de l'une de ces matières que j'ai extraites du caoutchouc de Bornéo, et que je propose, en conséquence, de désigner sous le nom de *bornésite*.

» La bornésite est d'une extraction difficile, à cause de la grande quantité de matières salines employée à la coagulation du caoutchouc; mais quand elle a été purifiée par des traitements convenables, elle se présente sous la forme de cristaux transparents. Ceux-ci sont des prismes quadrangulaires, dérivés du prisme rhomboïdal droit, et terminés tantôt par un simple biseau, tantôt par un pointement octaédrique. Souvent, ces cristaux donnent naissance à des mâcles perpendiculaires d'une grande netteté, qui offrent de l'analogie avec les mâcles de l'harmotôme.

» Ces cristaux sont très-solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool cencentré; en profitant de ces deux propriétés, on obtient la bornésite très-bien cristallisée; il suffit, pour cela, de la dissoudre dans une très-petite quantité d'eau bouillante, et d'ajouter à la liqueur un volume considérable d'alcool à 95 degrés, bouillant également.

» Soumise à l'action de la chaleur, la bornésite fond à 175 degrés; elle n'a subi jusque là aucune altération, et peut cristalliser par le refroidissement. A 205 degrés, elle se sublime, comme la dambosite, et cette sublimation est toujours accompagnée d'une décomposition légère.

» Elle ne fermente pas; elle ne réduit pas le tartrate cupro-potassique, mais si elle est soumise pendant quelques instants à l'ébullition avec de l'eau légèrement acidulée, elle acquiert la propriété de réduire ce réactif.

» L'acide sulfurique la dissout à froid; traitée par un mélange d'acide azotique et sulfurique, elle se transforme en un produit nitré, insoluble

dans l'eau, soluble dans l'alcool, d'où il se dépose à l'état cristallisé, fusible à la température de 30 à 35 degrés et détonant vivement sous le choc.

» La bornésite donne à l'analyse les nombres suivants qui correspondent à la formule $C^{14}H^{14}O^{12}$:

	I.	II.	III.	Calculé.
Carbone..........	43,3	42,8	43,2	43,3
Hydrogène........	7,3	7,4	7,4	7,2
Oxygène..........	»	»	»	49,5

» L'analogie de cette formule avec celle de la dambosite m'a naturellement conduit à soumettre la bornésite à l'action de l'acide iodhydrique; j'ai reconnu ainsi que, chauffée en vase clos à 120 degrés avec un excès d'acide fumant, la bornésite se dédouble, comme la dambonite, en éther méthyl-iodhydrique et en dambose.

» L'examen du dambose fourni par cette réaction m'a permis d'établir son identité avec celui que fournit la dambonite dans les mêmes circonstances.

» Les relations étroites qui rapprochent cette matière sucrée nouvelle de celle que j'ai précédemment extraite du caoutchouc du gabon, se trouvent ainsi démontrées, mais si l'on examine avec soin ces deux matières et leurs dérivés, au point de vue de leur action sur la lumière polarisée, ces relations acquièrent un intérêt particulier.

» Pour faire cet examen, M. A. Cornu a bien voulu mettre à ma disposition le polarimètre extrêmement sensible qu'il a fait connaître l'année dernière (1), et qui utilise l'emploi de la lumière monochromatique du sodium.

» A l'aide de cet appareil, j'ai reconnu que la dambonite n'a aucun pouvoir rotatoire et que le dambose qui en provient est également privé de toute action sur la lumière polarisée.

» La bornésite, au contraire, a un pouvoir rotatoire assez considérable; ce pouvoir, qui est dextrogyre, correspond pour la lumière sodique et pour une longueur de 10 centimètres, à une déviation de 32°/. (La déviation due au sucre de canne, dans les mêmes circonstances, a été trouvée par M. A. Cornu = 66°40'/.) Le pouvoir rotatoire de la bornésite égale donc environ la moitié du pouvoir rotatoire du sucre de canne. Mais le dambose qu'elle fournit par son dédoublement, identique à celui de la dambonite, n'a aucun pouvoir rotatoire.

(1) *Bulletin de la Société chimique*, août 1870.

» L'observation de ces faits permet, je crois, de fixer la constitution des matières sucrées dont j'ai déjà indiqué les propriétés; la dambonite et la bornésite doivent, l'une et l'autre, être considérées comme des dambosates de méthyle. Mais, tandis que la dambonite et le dambose, dénués de pouvoir rotatoire, correspondent aux formules $C^8H^8O^6$ et $C^6H^6O^6$, la combinaison de deux molécules de dambose $2(C^6H^6O^6)$ paraît créer dans la bornésite un pouvoir rotatoire, qui disparaît ensuite lorsque ce principe sucré se dédouble au contact des hydracides, et, par conséquent, la formule de ce corps paraît devoir s'écrire $C^{14}H^{14}O^{12}$.

» L'équation du dédoublement deviendrait alors

$$C^{14}H^{14}O^{12} + IH = C^2H^3I + 2(C^6H^6O^6).$$

» Je me propose de faire connaître prochainement deux autres matières sucrées, l'une décomposable par la chaleur, l'autre volatile, que j'ai extraites de caoutchoucs d'autre origine. »

M. Arson, ingénieur de la Compagnie parisienne du Gaz, soumet au jugement de l'Académie la description et la théorie d'un « compensateur de la déviation du compas à bord des navires en fer ».

L'auteur montre les difficultés que présentent, dans la pratique, les méthodes employées pour corriger, à bord d'un navire, les influences perturbatrices qu'exercent les pièces de fer sur la direction de l'aiguille aimantée.

Les observations nécessaires pour obtenir la courbe des déviations propres à un navire donné et à son chargement spécial sont toujours assez nombreuses, et exigent un concours tout particullier de circonstances; la courbe obtenue dans le lieu de construction d'un navire ne convient qu'aux latitudes où l'action du magnétisme terrestre est la même; la constatation des déviations d'un compas est spéciale à son aiguille; et enfin ces déviations peuvent être telles, que l'aiguille n'ait plus aucune indépendance. Les méthodes, toujours plus simples en pratique, où l'on cherche à corriger les déviations du compas par des organes spéciaux, établis et réglés dans ce but, possèdent donc des avantages relatifs : le compas donne alors, par une simple lecture, le renseignement qu'il doit fournir. C'est cette compensation que l'auteur pense avoir réalisée à la fois pour le magnétisme induit, qui se développe dans les pièces de fer doux dans les diverses orientations du navire, et pour le magnétisme permanent des pièces douées de force coercitive.

Après avoir fait une étude théorique des phénomènes qui sont en jeu dans ces deux espèces d'actions, et en avoir fait l'application à divers navires, l'auteur donne la description de l'appareil compensateur auquel il a été conduit par ses études.

Le magnétisme permanent est compensé : 1° par deux aimants fixes, placés horizontalement au-dessous du compas, l'un parallèlement à l'axe du navire, l'autre perpendiculairement à cet axe, et de façon que tous deux passent par la verticale du pivot de l'aiguille : la compensation peut être réglée par une manœuvre n'exigeant que deux stations, dans un seul quart de l'évolution; 2° par un aimant rotatif, que l'observateur met en mouvement à l'aide d'un *volant-manette* placé à sa portée : la rotation a lieu dans un plan vertical, autour d'un axe horizontal qui passe, non pas par le milieu de l'aimant, mais à des distances inégales et convenablement choisies de ses deux pôles.

Le magnétisme induit est compensé par l'action de deux faisceaux de fer doux, placés de part et d'autre du compas, convenablement proportionnés et tournant dans un sens qui dépend de la nature positive ou négative de la déviation à corriger. Ce mouvement s'effectue, en même temps que celui de l'aimant rotatif, à l'aide d'une combinaison de roues d'angles, commandées par le volant-manette.

Enfin ces mouvements se communiquent d'une manière semblable à un appareil répétiteur dont la pièce principale est un cadran en cuivre, divisé comme la rose du compas.

Le compensateur ayant été réglé, *une fois pour toutes*, lors de son installation à bord, sur les données de trois déviations relevées dans un quart d'évolution, le compas fournira des indications exactes *dans toutes les orientations et dans toutes les latitudes*, à la seule condition que le cadran du répétiteur soit orienté comme la rose du compas.

Si le compas doit indiquer la marche à suivre, on amène le cadran du répétiteur dans cette direction, et l'on gouverne le navire jusqu'à ce que le compas fournisse la même indication que le répétiteur. — Si le compas doit faire connaître la route suivie, on cherche à amener le compas du répétiteur dans la même orientation que la rose du compas : ce dernier se déplace sous l'influence des pièces du compensateur, et l'on continue à le suivre dans son mouvement de déplacement jusqu'à ce que le répétiteur et le compas n'indiquent plus, tous deux, qu'une seule et même direction : cette direction est celle que suit le navire.

Les résultats auxquels l'auteur avait été conduit par la théorie ont été

soumis à l'expérience, sur un des navires en fer de la Compagnie transatlantique.

(Commissaires : MM. Becquerel, Dupuy de Lôme, Phillips.)

M. Grimaud (de Caux) soumet au jugement de l'Académie une Note concernant « l'isolement personnel, en temps d'épidémie ». Dans cette Note, l'auteur, après avoir conseillé l'emploi du vinaigre phéniqué, rappelle l'efficacité constatée du laudanum employé dès le début de la diarrhée, et quelques autres faits signalés dans ses « Études sur le choléra ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Louvet adresse une nouvelle Lettre concernant les recherches qu'il a déjà soumises au jugement de l'Académie, sur la conservation des céréales.

(Renvoi à la Commission prédédemment nommée.)

M. Pigeon adresse un nouveau Mémoire sur la présence de l'ozone dans l'atmosphère, et sur ses effets thérapeutiques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Brachet adresse deux nouvelles Notes concernant les dispositifs qu'il propose pour rendre pratique l'éclairage par la lumière électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de M. *Ch. Grad*, intitulé « Essais sur le climat de l'Alsace et des Vosges ».

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie, au nom de M. *A. Durand Claye*, un Mémoire lithographié, sur l'assainissement municipal de la ville de Paris, donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Dans un premier chapitre, j'analyse sommairement la situation pratique de la question à Paris (février 1871); j'indique les systèmes divers de vidange usités, leur importance res-

pective, l'exploitation des solides et liquides à Bondy; je trace les lignes principales du système actuel des égouts; je montre leur excellent service sous nos rues, mais leurs conséquences fâcheuses à leur débouché en Seine; pour les ordures ménagères enfin, je décris en quelques mots le service du chiffonnage, qui, heureusement du reste, est en train de disparaître, grâce aux soins de l'administration actuelle.

» Le deuxième chapitre, sous le titre de *Situation réglementaire*, résume toutes les ordonnances, décrets, etc., qui régissent la matière.

» Dans le chapitre troisième, *Situation légale*, j'ai examiné et discuté soit les faits, soit les règlements eux-mêmes, et je me suis permis de les apprécier, en prenant pour base unique le droit commun et les intérêts généraux de la population de la ville et de la banlieue, et en cherchant à ramener à leur juste valeur les théories si séduisantes de l'exploitation financière de la salubrité ou de la pure restitution agricole.

» Enfin, dans le chapitre quatrième et dernier, suivant la voie dans laquelle vous êtes entré depuis si longtemps et que vous nous avez tout d'abord tracée, à M. l'ingénieur en chef Mille et à moi, avec tant de clairvoyance, j'indique, comme solution définitive, le développement du service des égouts, l'introduction dans leur courant des liquides des tinettes-filtres ou même de la totalité des matières de vidange, et enfin l'exploitation de leurs eaux, soit par livraison aux agriculteurs sur les grèves pauvres de la Seine, soit par épuration, ce dernier procédé étant à proprement parler un moyen terme transitoire, destiné à résoudre de suite la question d'assainissement et à préparer la question d'utilisation agricole totale. »

M. G. Rayet écrit à l'Académie pour lui faire savoir qu'il se mettrait à sa disposition pour étudier l'éclipse totale de Soleil qui sera visible le 11 décembre 1871, en divers points du continent asiatique et dans les îles de l'Océanie.

Cette pièce sera renvoyée à la Section d'Astronomie, qui est déjà saisie de la question.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution du Soleil.* Note de **M. J. Janssen**.

« M. Cornu vient de faire à l'Académie une Communication extrêmement intéressante, et dont l'auteur tire des conclusions relativement à la constitution de la photosphère solaire.

» J'apprécie comme elles le méritent les expériences du jeune et savant professeur de l'École Polytechnique, mais je ne suis pas d'accord avec lui sur la manière dont il les envisage dans leurs rapports avec la constitution du Soleil. Je demande donc à présenter quelques réflexions à cet égard, et en même temps à faire connaître des travaux en cours d'exécution qui ne sont pas les mêmes que ceux qui viennent d'être présentés, mais qui

se rapportent au même sujet, et que dès lors je dois signaler immédiatement.

» Ainsi que le rappelle M. Cornu, le grand physicien d'Heidelberg expliquait les raies obscures du spectre solaire par des actions d'absorption élective produites dans une vaste atmosphère enveloppant le globe visible du Soleil.

» En commençant mes études sur ce sujet, j'ai été conduit à montrer, par une suite d'observations et d'expériences, que notre atmosphère produit une bonne moitié de ces raies obscures, et que, parmi ces raies *telluriques,* la vapeur d'eau atmosphérique en explique la majeure partie.

» Mais à l'égard des métaux dont la présence était démontrée dans le Soleil, l'explication de M. Kirchhoff subsistait tout entière, et il restait à la concilier avec une série de faits astronomiques qui en contredisaient la possibilité, ainsi que M. Faye le faisait alors remarquer.

» Tel était l'état de la question quand l'éclipse annulaire du 6 mars 1867 vint nous offrir l'occasion d'aborder ce problème par un côté nouveau.

» L'existence d'une atmosphère absorbante autour du Soleil impliquerait une augmentation d'obscurité pour les raies d'absorption provenant de la lumière des bords du disque; or, une éclipse annulaire permettant d'obtenir cette lumière marginale pure de toute autre, se prête admirablement à une étude de ce genre. Il faut seulement remarquer que l'épreuve ne peut être concluante que si l'observateur s'adresse à des raies pâles, sur lesquelles une augmentation d'intensité est facilement et sûrement perceptible. Cette précaution indispensable, qui d'ailleurs exige l'emploi de grands spectroscopes, n'avait pu être prise par M. Forbes pendant l'éclipse de 1839; l'observation du 6 mars, à Trani, avait donc, sous ce rapport, un avantage décisif. On sait qu'elle donna un résultat négatif. Plusieurs raies pâles appartenant au fer furent suivies dans un spectroscope à cinq prismes pendant toute la durée de l'éclipse, et ne m'accusèrent aucune augmentation sensible d'intensité au moment de la centralité.

» On n'accorda peut-être pas alors assez d'attention à cette observation, qui contredisait nettement l'hypothèse de M. Kirchhoff et nous faisait entrer dans la véritable voie.

» L'année suivante, la grande éclipse totale, visible en Asie, nous offrit l'occasion de tenter des épreuves encore plus décisives. M. Faye et moi, nous nous étions préoccupés spécialement de ce point capital de la constitution du Soleil, et il avait été convenu que, négligeant d'abord les protu-

bérances, j'interrogerais les basses régions en contact avec la photosphère. En conséquence, les fentes de mes spectroscopes avaient été disposées tangentiellement au limbe lunaire, au point où celui-ci devait éteindre les derniers rayons solaires, de manière à plonger par leur plus grande largeur dans ces régions où l'on plaçait l'atmosphère hypothétique qui devait se révéler par un spectre brillant complémentaire du spectre solaire. Rien de semblable ne se produisit. J'en conclus que l'atmosphère de M. Kirchhoff n'existait pas, et que l'origine des raies non telluriques (1) du spectre solaire devait être reportée dans la photosphère même, faisant remarquer en même temps que cette explication découlait de la théorie de M. Faye, laquelle trouvait ainsi dans nos observations une éclatante confirmation. (Rapport à l'Académie des Sciences, 2 novembre 1868, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 367.)

» Cette explication fut encore corroborée, lorsque, quelques mois après, M. Lockyer et moi, nous découvrions l'atmosphère hydrogénée du Soleil. Il fut bien évident qu'on ne pouvait plus songer à une importante atmosphère de vapeurs de fer, de cuivre, etc., se superposant à la photosphère, lorsqu'on vit celle-ci brusquement terminée par une mince couche d'hydrogène, dont la rareté rappelle le vide de nos machines pneumatiques.

» Voilà comment, par enchaînement de résultats, nous avons été conduits à abandonner définitivement l'idée d'une atmosphère solaire et à chercher à la surface même de l'astre l'origine des raies du spectre.

» C'est une seconde phase dans nos études solaires, et voici ce que j'ai tenté de faire dans cette direction nouvelle.

» Lorsque mes pensées se portèrent sur les expériences qui seraient les plus propres à démontrer cette double action d'émission et d'absorption de la photosphère, je pensai qu'il fallait s'attacher d'abord à établir deux ordres de faits distincts :

» En premier lieu, démontrer que les raies obscures du spectre solaire sont produites par des absorptions sous de très-petites épaisseurs; en second lieu, prouver que la photosphère et les régions qui l'entourent sont le siége de mouvements propres à mêler toutes les couches et à s'opposer à l'existence d'une atmosphère très-basse où se superposeraient, par ordre de densité, les vapeurs métalliques. Les mouvements de la matière photo-

---

(1) Et non chromosphériques. Il y a aujourd'hui à distinguer, dans le spectre solaire, trois ordres de raies : les raies photosphériques, chromosphériques et telluriques.

sphérique et chromosphérique ressortent des observations de chaque jour. Quant aux absorptions sous de très-petites épaisseurs, pour l'établir j'ai eu la pensée de faire passer un faisceau de rayons solaires à travers la vapeur d'un métal appartenant au Soleil et d'examiner les modifications qui doivent en résulter dans la constitution du spectre relativement aux raies de ce métal. Si, par exemple, on s'adresse au fer, on fait traverser la vapeur ferrique par la lumière solaire, la vapeur étant prise dans les conditions où son absorption sur le faisceau l'emporte sur son émission propre. Dans ces circonstances, on examine si les raies faibles ou pâles du métal reçoivent une augmentation sensible d'obscurité par l'interposition de la vapeur. Les modifications observées conduisent alors à assigner approximativement l'épaisseur et la température de la vapeur de fer qui, dans le Soleil, donne naissance à la raie observée. On conçoit, en outre, que, si l'on fait varier la température à laquelle on produit la vapeur, le point où le faisceau solaire la traverse, le lieu même où cette lumière solaire est prise sur le disque, on obtiendra une série d'informations les plus précieuses relativement à la constitution de la photosphère.

» Ces expériences ont reçu un commencement d'exécution relativement aux métaux dont la vapeur s'obtient facilement; elles démontrent, en effet, que les raies solaires correspondantes sont dues à de très-petites épaisseurs de vapeurs métalliques. Quelques dixièmes de millimètre de vapeur de sodium suffisent à produire des raies obscures comparables aux raies D du spectre solaire, et quand la lumière de l'astre a traversé une épaisseur de vapeur analogue, les raies D sont très-nettement renforcées. Il y aura lieu d'étendre ces études aux métaux plus difficilement volatilisables, et notamment au fer. Pour le moment, je n'ai pas à ma disposition l'appareil nécessaire; mais, si M. Cornu désire poursuivre ces recherches, mes expériences ne peuvent se trouver en de meilleures mains.

» Ainsi il est démontré, pour certaines raies photosphériques du spectre solaire, et le fait devient infiniment probable pour les autres, que de très-petites épaisseurs de vapeur suffisent à les reproduire avec leur intensité solaire. C'est un point considérable pour l'histoire de la photosphère, mais qui cependant ne suffit pas encore pour établir que les choses se passent réellement ainsi à la surface du Soleil. Il faudra, par une étude très-attentive de toutes les parties du Soleil, établir que des émissions lumineuses ne viennent pas en des points nombreux, pour certains métaux, compliquer les phénomènes. Il est évident, en effet, qu'une raie pâle peut résulter ou de l'action d'une faible quantité de vapeur, ou provenir du mélange de

faisceaux lumineux émanés de divers points du globe et pouvant présenter une composition très-différente.

» Je reviens aux expériences de M. Cornu. Ces expériences montrent, d'une manière précieuse pour nous, des faits d'absorption sous petites épaisseurs des vapeurs de plusieurs métaux; mais je ne saurais y voir, avec l'auteur, une synthèse du phénomène spectral du Soleil. Cette synthèse est extrêmement complexe, comme on peut le voir par les considérations précédentes, et nous sommes loin d'en connaître encore tous les secrets. On a vu comment notre illustre prédécesseur, M. Kirchhoff, a failli pour avoir appliqué trop hâtivement les conséquences d'une expérience de laboratoire à la constitution du Soleil.

» Il y a lieu de remarquer, en outre, que, dans l'expérience de M. Cornu, le phénomène d'absorption se produit par une couche de vapeurs moins chaudes enveloppant un noyau gazeux à une température plus élevée. Pour la photosphère, et suivant la théorie à laquelle l'auteur fait allusion, on admet, au contraire, que des particules solides ou liquides (1), produites par le refroidissement des parties extérieures, tombent ensuite et nagent dans leurs propres vapeurs, vapeurs qui produisent les phénomènes d'absorption d'où résultent les raies solaires. Dans cette théorie, on admet donc un centre rayonnant à spectre continu au milieu d'une vapeur plus chaude et spécifiquement absorbante : c'est l'inverse de ce qui a lieu pour les expériences en question.

» Je crois la théorie de M. Faye la plus probable, quand il s'agit de nous expliquer les traits généraux de la constitution de la photosphère; mais je suis loin de penser que les expériences de M. Cornu n'aient aucun rapport avec quelques-uns des phénomènes qui doivent se produire dans les injections de la matière photosphérique et solaire à travers la chromosphère; sous ce rapport, elles me paraissent avoir un très-grand intérêt. »

PHYSIQUE. — *Sur l'influence exercée dans la pile par les dimensions plus ou moins grandes des électrodes polaires.* Note de **M. Th. du Moncel.** (Extrait.)

« En partant de ce principe, que la force électro-motrice d'un couple est indépendante de la grandeur des électrodes polaires immergées, on

---

(1) La chute de ces particules solides ou liquides dans les gouffres, que nous nommons *taches*, doit avoir pour effet de convertir ces particules en vapeurs, et par suite de produire,

s'est souvent demandé : 1° si l'usure plus grande du zinc et des liquides de la pile, à mesure qu'on augmente la surface de la lame polaire électro-positive, est compensée par l'avantage qui peut résulter de la diminution de résistance du couple; 2° si en augmentant convenablement la surface de la lame polaire électro-négative, qui ne joue qu'un rôle passif, c'est-à-dire celui d'un simple conducteur, on n'arriverait pas à compenser l'affaiblissement d'intensité produit par la réduction de la lame électro-positive.

» La réponse à la première question dépend essentiellement de la disposition du circuit. On comprend, en effet, que, si ce circuit présente une résistance considérable et que la pile se compose d'un petit nombre d'éléments, les différences en moins qui pourraient résulter de la réductiou de la lame électro-positive n'exercent qu'une très-petite influence sur la résistance totale du circuit, et naturellement l'intensité du courant doit en être très-peu affectée; c'est, en effet, ce que m'a démontré l'expérience.

» C'est, sans doute, en raison de cette influence si peu marquée de la surface plus ou moins grande des électrodes polaires, sur un circuit résistant, qu'en Suisse, dans l'origine, on n'avait employé, pour la télégraphie, que de très-petits éléments de pile; mais on dut bientôt y renoncer, même dans les conditions les plus favorables; car, outre qu'avec le nombre d'éléments nécessité pour les transmissions télégraphiques la résistance de la pile n'est pas négligable, comme on l'avait admis pendant longtemps (et sur une ligne de 200 kilomètres elle peut être estimée à 50 kilomètres avec des éléments Daniell), le prompt épuisement des liquides et l'intervention des dérivations produites sur tout le parcours du circuit rendaient nécessaire l'augmentation des dimensions des éléments, et les dernières expériences faites à l'Administration des lignes télégraphiques françaises ont toutes été à l'avantage des grands éléments.

» Sur un circuit peu résistant, l'influence de la résistance de la pile devient souvent prépondérante. Dans ce cas, bien entendu, les dimensions plus ou moins grandes des lames polaires peuvent avoir pour résultat de diminuer notablement l'intensité du courant, laquelle peut être réduite, dans certaines conditions, de plus des deux tiers. Or il est facile de comprendre que, dans ce cas, la réduction de la surface des électrodes est im-

---

sans la photosphère, une augmentation de pression qui ne doit pas être étrangère à la projection du gaz hydrogène sous forme de protubérances.

possible, à moins d'employer un moyen qui puisse y suppléer et qui réponde précisément à la seconde question que nous avons posée.

» Si pour répondre à cette seconde question, on considère que l'affaiblissement du courant par la réduction de la lame électro-négative est plutôt plus considérable que celui qui résulte de la réduction de la lame électro-positive, on arrive à conclure qu'en développant considérablement cette lame négative, on pourra, *jusqu'à un certain point*, compenser l'affaiblissement produit par la réduction de cette lame positive : je dis *jusqu'à un certain point*, car les effets sont assez complexes; néanmoins on pourra s'en faire une idée par les calculs suivants.

» Dans les expériences que j'ai effectuées, l'intensité du courant était tombée de sin 28°22′ à sin 27°57′, avec une surface de zinc variant de 360 à 15 centimètres carrés, sur un circuit de 11264 mètres; la résistance de la pile, déterminée par la formule $R = \frac{E}{I} - r$, s'est alors trouvée portée de 1308 à 1480 mètres.

» En soulevant le cuivre après avoir immergé le zinc, l'intensité était tombée de sin 28°22′ à sin 27°37′; avec une surface de cuivre qui a varié de 150 à 5 centimètres carrés, la résistance de ladite pile s'est trouvée portée de 1308 à 1621 mètres.

» Or, en maintenant soulevées les deux lames, de manière qu'elles ne pussent plonger que de 5 millimètres chacune dans le liquide, j'ai obtenu une intensité qui, par rapport à l'intensité constatée dans la dernière expérience, variait de sin 27°37′ à sin 26°36′, et, par rapport à celle qui l'avait précédée, de sin 28°22′ à sin 26°36′. Conséquemment, si l'on prend comme point de départ l'intensité du courant avec les deux électrodes réduites à leur plus petite surface, on pourra conclure qu'en augmentant la surface de la lame électro-négative dans le rapport de 5 à 150 centimètres carrés, tout en maintenant le zinc avec sa plus petite surface immergée, le courant aura eu son intensité accrue dans le rapport de 0,44802 à 0,46355, c'est-à-dire dans un rapport plus grand que la diminution produite par la réduction de la surface du zinc.

» J'ai voulu m'assurer si, en prenant deux lames polaires d'égale surface plongées dans un même liquide, je retrouverais les résultats précédents. J'ai pris une lame de charbon et une lame de zinc de 6 centimètres de largeur sur 15 centimètres de longueur, et je les ai disposées sur des supports à coulisses, qui me permettaient de les élever ou de les abaisser à volonté, et de les éloigner plus ou moins l'une de l'autre. Après avoir plongé ces

deux lames dans une solution de bichromate de potasse, à laquelle était ajoutée une certaine quantité de bisulfate de mercure, dans les proportions indiquées par M. Chistaux, voici les résultats que j'ai obtenus :

ÉLECTRODES.	AVEC UN CIRCUIT de 22379 mètres et un écartement des électrodes		AVEC UN CIRCUIT de quelques mètres et une distance des électrodes	
	de $0^m,068$.	de $0^m,02$.	de $0^m,068$.	de $0^m,02$.
1° Les deux électrodes polaires plongeant sur une hauteur de 11 centimètres.	sin 33° 34′ ou 0,55291	sin 33° 33′ ou 0,55266	tang 60° ou 1,73205	tang 65° ou 2,14451
2° L'électrode positive (le zinc) étant seule immergée sur une hauteur de 5 millimètres.	sin 33° 25′ ou 0,55072	sin 33° 18′ ou 0,54902	tang 50° ou 1,19175	tang 55° ou 1,42815
3° L'électrode négative (le charbon) étant seule immergée sur une hauteur de 5 millimètres.	sin 32° 38′ ou 0,53926	sin 32° 44′ ou 0,54073	tang 30° ou 0,57735	tang 35° ou 0,70021
4° Les deux électrodes étant soulevées et ne plongeant dans le liquide que sur une hauteur de 5 millimètres.	sin 32° 35′ ou 0,53853	sin 32° 34′ ou 0,53828	tang 30° ou 0,57735	tang 30° ou 0,57735

» Avec le circuit court, la polarisation était tellement prompte qu'en moins de cinq minutes les intensités que nous avons enregistrées tombaient de 65 à 50 degrés, de 55 à 48, de 30 à 25, de 35 à 25, et même jusqu'à 20 degrés. L'addition d'acide nitrique à la solution qui, au dire de M. Poole-Levison, de Cambridge, devait rendre la pile plus constante, n'a produit aucun effet avantageux. Sur le circuit résistant, cette polarisation est très-peu sensible, car les chiffres sont assez concordants à des intervalles éloignés entre les expériences; elle l'a été néanmoins assez pour effacer non-seulement les différences qui devaient résulter du rapprochement des lames, mais encore pour les indiquer dans un sens contraire.

» Quoi qu'il en soit, on voit, par les chiffres du tableau qui précède, que les conclusions que nous avions émises pour les piles ordinaires sont également vraies pour les piles à un liquide, avec des électrodes de grandeurs comparables. Les différences de résistance entre l'électrode négative et l'électrode positive, lorsque leur surface est réduite alternativement à son minimum, sont seulement plus marquées. Cette différence est la conséquence de la polarisation, et j'en ai longuement expliqué la cause dans

un Mémoire présenté à l'Académie, dans la séance du 3 juin 1861 (1).

» Si l'on considère qu'en définitive la réduction de la surface de la lame électro-positive (le zinc) n'a pas des conséquences aussi fâcheuses sur l'intensité d'un courant qu'on semblerait le croire à première vue, et qu'on peut même remédier avec avantage aux inconvénients qui pourraient en résulter, par l'accroissement de la lame électro-négative, on arrive à conclure que, si l'on a un grand intérêt, au point de vue économique, à réduire la surface du zinc dans une pile, on peut le faire sans aucun inconvénient. Or, suivant M. Delaurier, il résulterait de ses expériences, qu'une grande surface de zinc, en usant le liquide excitateur, fournirait en somme un travail électrique beaucoup moindre qu'une petite surface. Ce résultat montre que, dans la détermination des dimensions des électrodes, on doit avoir encore égard à l'énergie de l'action électrique que l'on veut obtenir.

» L'idée de réduire la surface de la lame électro-positive et de développer au contraire celle de la lame électro-négative n'est pas nouvelle. Déjà, en 1855, M. Gérard, de Liége, composait ses lames polaires électro-positives avec un fil de zinc contourné en spirale autour du vase poreux; et en 1864, M. Léclanché, dans sa pile au manganèse, l'avait réduite à un petit cylindre de zinc de la grosseur d'un gros fil (1 centimètre de diamètre), tandis que la surface de la lame négative avait été développée en entourant le charbon de pulvérin et de coke concassé. Enfin M. Delaurier vernit sur ses deux faces une large lame de zinc, qu'il replie plusieurs fois d'un côté et de l'autre, et ne laisse à découvert que les tranches de la lame, qui sont seules attaquées. Il donne ensuite aux lames de charbon le plus grand développement possible.

» Quoi qu'il en soit, ce qui reste démontré par les expériences précédentes, c'est que l'on a tout avantage à développer les lames polaires électro-négatives; ainsi, avec les piles de Daniell, au lieu de réduire ces lames à un simple fil immergé dans la solution du sulfate de cuivre, on devrait les constituer par des cylindres de cuivre les plus grands possibles, augmenter à cet effet les dimensions des éléments, et réduire en proportion la surface du zinc. De cette manière, la résistance de l'élément n'est pas sensiblement modifiée, mais la pile est plus constante, la dépense en zinc beaucoup moindre, l'entretien plus facile, et les efflorescences salines considérablement diminuées. »

---

(1) Voir également *Annales télégraphiques*, t. IV, p. 479, et *Applications de l'électricité*, t. V, p. 87 et suiv.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Propriétés modulaires des solutions salines, considérées au point de vue des densités.* Note de **M. C.-Alph. Valson**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans un précédent Mémoire (*Comptes rendus*, 9 mai 1870), j'ai signalé une relation remarquable, à laquelle satisfont les solutions salines, au point de vue des actions capillaires, et qui consiste essentiellement en ce que chaque molécule a un effet capillaire qui lui est propre et qui reste le même, quelles que soient les autres molécules auxquelles elles se trouvent successivement associées. J'ai donné en outre les valeurs des coefficients, ou *modules capillaires* relatifs à la série des substances expérimentées.

» En continuant mes recherches sur les solutions salines, au point de vue des densités, je suis arrivé à de nouveaux résultats, anologues aux précédents, dont je vais donner le résumé. En voici d'abord l'énoncé.

» Je considère une série de solutions salines *normales* et comparables, c'est-à-dire renfermant un équivalent, en grammes, de sel anhydre dissous dans une quantité d'eau fixe et égale à un litre. Je suppose, en outre, que chaque composé salin soit représenté par la formule MR; M désignant le radical métallique, et R le radical métalloïdique, simples ou complexes.

» Cela posé, si l'on passe d'une solution MR à une autre solution M'R, différente de la première seulement par le radical métallique, il y aura une variation de densité, propre à M', qui sera constante et indépendante du radical commun R.

» De même, si l'on passe d'une solution MR à une solution MR', on aura des variations de densité, propres au radical métalloïdique R', et indépendantes du radical métallique commun M.

» Enfin, si l'on passe d'une solution MR à une solution M'R', on aura une variation totale de densité, qui sera la somme des deux variations partielles.

» Je donne à ces variations le nom de *modules des densités*.

» Les densités ont été calculées par la méthode du flacon, avec trois décimales. Les expériences se rapportent à quatorze métaux et sept radicaux métalloïdiques, et comprennent un ensemble de quarante-cinq sels. Les métaux sont les suivants : potassium, sodium, ammonium, calcium, magnésium, strontium, baryum, manganèse, fer, zinc, cuivre, cadmium, plomb, argent; les radicaux métalloïdiques sont ceux des sels suivants : chlorures bromures, iodures, sulfates, azotates, carbonates, bicarbonates. Les résultats correspondent d'ailleurs à la température uniforme de 15 degrés.

» Les expériences sur lesquelles repose ce travail sont tellement connues, qu'il est inutile d'entrer à cet égard dans aucun détail. Je me bornerai à dire que je suis surtout préoccupé d'avoir des solutions bien titrées. Pour les sels naturellement anhydres, il n'y a aucune difficulté; pour les sels hydratés, il faut avoir soin de les prendre à l'état de cristaux bien nets, afin que la part de l'eau de cristallisation soit bien définie. Dans un grand nombre de cas, j'ai vérifié les résultats en préparant directement les sels par la combinaison des acides et des bases dans des proportions connues. Enfin, quand il pouvait exister quelque incertitude sur le titre de la solution, j'ai eu recours à l'analyse quantitative de la solution ellemême.

» Le tableau suivant renferme les modules des différents radicaux métalliques ou métalloïdiques, en prenant pour point de départ la solution normale de chlorhydrate d'ammoniaque, dont la densité est 1,015. Parmi tous les sels étudiés, c'est celui qui a la moindre densité, ce qui évitera d'introduire des modules négatifs. Disons encore que les valeurs numériques des modules sont des nombres de millièmes qu'il faut ajouter à la densité 1,015 du chlorhydrate d'ammoniaque quand on remplace l'ammonium ou le chlore par un autre radical.

		Équivalent.	Module des densités.
Radical métallique.	Ammonium, AzH^4	18	0
	Potassium, K	39	30
	Sodium, Na	23	25
	Calcium, Ca	20	26
	Magnésium, Mg	12	20
	Strontium, St	44	55
	Baryum, Ba	69	73
	Manganèse, Mn	28	37
	Fer, Fe	28	37
	Zinc, Zn	33	41
	Cuivre, Cu	32	42
	Cadmium, Cd	56	61
	Plomb, Pb	104	103
	Argent, Ag	108	105
Radical métalloïdique.	Chlore, Cl	35,5	0
	Brome, Br	80	34
	Iode, I	127	64
	Sulfurique, SO^4	48	20
	Azotique, AzO^6	62	15
	Carbonique, CO^3	30	14
	Bicarbonique, C^2O^5	52	16

» *Exemple.* — Supposons qu'on veuille avoir la densité relative à la solution normale de l'azotate d'ammoniaque, on ajoutera au nombre 1,015 du chlorhydrate d'ammoniaque le module 15 du radical AzO^6, ce qui donnera 1,030. Supposons qu'on change à la fois les deux radicaux, et qu'on veuille avoir la densité de la solution normale d'azotate de potasse: au nombre 1,015 on ajoutera les deux modules du potassium et du radical azotique, c'est-à-dire 30 et 15, ce qui donnera 1,060, nombre correspondant avec l'expérience.

» Pour que la règle des modules soit applicable aux densités, il faut que les solutions soient suffisamment étendues : elle cesse d'être vraie pour les solutions concentrées. Ce résultat est conforme aux principes de M. H. Sainte-Claire Deville, relativement à la théorie de la dissociation des substances, d'après laquelle les molécules des corps ne manifestent leurs propriétés spécifiques et ne produisent réellement les effets qui leur sont propres que lorsqu'elles sont amenées à un degré convenable de désagrégation et de liberté.

» Les résultats auxquels je suis déjà parvenu, concernant les solutions salines, ne sont pas sans analogie avec d'autres théories récentes qui tendent à s'introduire dans la science, notamment avec ce que M. P.-A. Favre appelle le principe de la *thermo-neutralité* des sels. D'après ce principe, les différents radicaux des sels se comportent de la même façon dans les solutions, au point de vue de la chaleur, et cela de quelque manière qu'ils soient combinés entre eux. Or c'est précisément ce qui arrive quand, au lieu de considérer les actions calorifiques, on étudie les actions capillaires ou les variations de densité. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la volatilisation apparente du silicium et du bore.* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les recherches sur le bore et le silicium dont nous avons fait connaître à l'Académie la première partie nous ont conduits à étudier l'oxydation du silicium aux dépens de l'oxyde de carbone. La silice en houppes fibreuses, qui est un des produits de cette oxydation, recouvre quelquefois le silicium fondu d'un feutre très-léger, qui se prolonge dans certaines conditions à plusieurs centimètres au delà de la portion du tube occupée par le silicium. Nous avons cherché à déterminer les réactions chimiques en vertu desquelles le silicium, corps complétement fixe, donne naissance

à un composé également fixe et séparé du corps générateur par des distances relativement considérables. L'étude des conditions qui favorisent ce transport de la silice ou de ses éléments nous a conduits à la découverte de plusieurs faits qui pourront servir à reconnaître la cause de phénomènes observés par les métallurgistes et restés jusqu'ici sans explication.

» Des traces de fluorure ou de chlorure ayant été reconnues indispensables pour obtenir un dépôt de silice à une distance sensible du silicium, nous avons expérimenté successivement sur le fluorure et sur le chlorure de silicium.

» I. L'expérience avec le fluorure étant disposée de manière à ce qu'on puisse en suivre toutes les phases, nous avons constaté un phénomène qui explique le transport apparent de la silice, et qui nous a fait découvrir plusieurs composés. Nous décrirons avec détail cette expérience, qu'on peut répéter dans les cours, sous la forme même où elle a été faite pour la première fois.

» On place du silicium dans un tube de porcelaine, muni d'un regard en verre à faces parallèles du côté de la sortie des gaz qui circulent dans l'appareil. Cette disposition permet d'apprécier le moment où le silicium entre en fusion et de suivre tous les détails des phénomènes de transport qui s'y passent (1). Quand le silicium est fondu dans le tube (traversé par un courant de gaz hydrogène), on fait arriver une bulle de fluorure de silicium, qui, entraînée par le gaz hydrogène, arrive bientôt dans la partie la plus chaude du tube au contact du silicium et le dépasse ensuite. Dès que le fluorure a traversé la partie où se trouvait le silicium en fusion, il produit une fumée épaisse qui en occupe les parties déclives et s'y dépose en une fine poussière rougeâtre. Le courant d'hydrogène dissipe bientôt ce nuage qui a voilé l'éclat éblouissant du silicium en fusion. Une plus grande quantité de fluorure silicique donne naissance à un nuage si intense, que l'intérieur du tube cesse immédiatement d'émettre la moindre lumière, et que le gaz entraîne une forte proportion d'une substance semblable à du noir de fumée. L'hydrogène dissipe également ce nuage, qu'on reproduit aussi souvent qu'on introduit le fluorure.

» Un courant lent de fluorure de silicium donne un léger nuage, insuffisant pour masquer complétement l'éclat du tube porté au rouge blanc,

---

(1) Ces expériences exigeaient une température maintenue constante pendant plusieurs heures; nous avons pu l'obtenir facilement dans des fourneaux alimentés par l'huile lourde de houille, dont le débit était constant et gradué avec le plus grand soin.

mais on voit se former rapidement un anneau adhérent dans la partie du tube où il n'est plus à une température assez élevée pour paraître lumineux. Cet anneau se resserre rapidement, et si l'opération est prolongée pendant une heure, on n'aperçoit plus la partie chaude du tube que par une ouverture circulaire de quelques millimètres de diamètre.

» La fumée brune qui se produit abondamment dans un courant rapide de fluorure est du silicium amorphe. L'anneau formé dans un courant lent de ce gaz est constitué par un lacis de cristaux de silicium, parmi lesquels il en est qui sont mesurables et doués d'un grand éclat.

» Cette expérience établit que le silicium se comporte dans le fluorure silicique comme s'il était volatil, donnant une matière amorphe ou des cristaux suivant les circonstances qui président à son passage de l'état gazeux à l'état solide. On peut donc obtenir du silicium cristallisé sans l'emploi des dissolvants métalliques. On peut même isoler le silicium d'un de ses composés sans avoir recours aux méthodes ordinaires; il suffit pour cela de répéter l'expérience que nous venons de décrire, en y remplaçant le silicium par le charbon.

» On peut réaliser cette dernière expérience sous une forme qui met en évidence des détails intéressants. L'arc voltaïque produit par une pile de cinquante éléments, entre des cônes de charbon placés dans une atmosphère de fluorure de silicium, réalise les conditions que nous venons d'indiquer pour la mise en liberté du silicium. On voit l'arc voltaïque devenir la base d'une flamme fuligineuse dont l'enveloppe brillante extérieure est formée par du silicium très-divisé et incandescent. Ce corps refroidi au point de n'être plus lumineux constitue le noir de fumée de la flamme silicée; entraîné par les gaz chauds, il vient se fixer sur les parois du vase dans lequel se fait l'expérience. La flamme contenant le silicium incandescent a un vif éclat, même dans le voisinage de l'arc voltaïque, et la lumière qu'elle émet est d'un violet dont l'intensité est remarquable lorsque la distance des cônes de charbon est aussi grande que possible. Si, au lieu d'une pile puissante, on emploie une bobine d'induction, l'étincelle jaillissant entre deux baguettes de charbon dans une atmosphère de fluorure de silicium ne donne pas sensiblement de flamme, mais il ne s'en produit pas moins un dépôt de silicium appréciable au bout de quelque temps. Le même dépôt se produit encore quand on remplace les deux cônes de charbon par deux pointes de silicium fondu. Cette dernière disposition de l'expérience permet de constater la formation d'une matière blanche volatile. C'est un sous-fluorure jouissant des mêmes propriétés caractéristiques que le sous-

chlorure dont nous allons parler. Le fluorure de silicium, en réagissant sur le charbon, donne un produit moins beau que celui qui résulte de l'action de ce gaz sur le silicium. Nous aurons à revenir sur cette réaction, qui suppose la formation d'un composé du fluor et du carbone ou d'un composé triple.

» Dans les expériences faites avec l'étincelle électrique, les résultats sont plus simples que lorsqu'on opère dans des tubes de porcelaine chauffés au rouge-blanc. Le transport du silicium n'y est pas accompagné, comme dans les tubes, d'une production de silice. L'impossibilité d'éviter complétement la présence de l'oxyde de carbone dans un tube plus ou moins ou poreux, dont la couverte est attaquée par le charbon à la température nécessaire pour la réussite de l'expérience, explique la formation de silice floconneuse aux dépens du silicium en voie de transport. Quand on opère à très-haute température, la silice est si abondante et si volumineuse, qu'elle apporte un obstacle absolu au mouvement des gaz. Elle précède alors immédiatement le dépôt de silicium, comme pour attester qu'elle provient de la réaction de l'oxyde de carbone sur la partie du sous-fluorure de silicium qui se décompose en passant du rouge-blanc au rouge vif.

» II. Le chlorure de silicium peut aussi être employé pour transporter le silicium d'un point à un autre d'un tube de porcelaine chauffé à une température élevée. L'expérience, disposée comme pour le fluorure, permet de constater les mêmes phénomènes; on peut avoir à volonté le silicium à l'état amorphe ou à l'état cristallisé. Le transport est même beaucoup plus rapide qu'avec le fluorure. En moins d'une heure, 5 grammes de silicium, placés au milieu du tube chauffé à une température voisine de celle du ramollissement de la porcelaine, ont été transportés au dehors de la partie chauffée. Il n'est pas nécessaire pour cela d'avoir un courant rapide de vapeur de chlorure de silicium, la cristallisation marche très-vite dès que le tube contient du chlorure. Une petite quantité de chlorure suffit pour donner naissance à cette volatilisation apparente. Si le courant est très-lent ou si même le chlorure ne se renouvelle pas, les déplacements de ce chlorure, par suite de faibles variations dans la température des différentes parties du tube, suffisent pour qu'avec le temps le silicium abandonne en totalité la partie chauffée. On en conclut qu'une quantité limitée de chlorure de silicium peut transporter une quantité illimitée de silicium (1).

(1) Le chlorure et le fluorure de silicium peuvent donc être considérés comme les agents minéralisateurs du silicium.

» Le silicium ainsi transporté obstrue le tube des deux côtés sur une longueur d'environ 2 centimètres. Les dépôts constitués par ces cristaux enchevêtrés sont alors à peu près imperméables aux gaz; la cassure en est compacte et finement cristalline. Ils sont assez nettement terminés, tant du côté de la partie chaude que de celle qui ne l'est pas, pour qu'on puisse en conclure que les limites de température entre lesquelles le silicium se dépose en cristaux sont comprises entre 500 et 800 degrés.

» III. Il nous reste à préciser le mécanisme du transport du silicium. Nous avons pu établir que, si dans les parties du tube très-fortement chauffées les gaz contiennent un excès de silicium qu'un abaissement graduel de la température restitue en totalité sous sa forme primitive, cela tient à ce que le silicium y est engagé dans une combinaison avec le fluorure ou avec le chlorure ordinaires, combinaison qui avait jusqu'ici échappé aux observateurs. Les composés ainsi produits présentent la propriété singulière et inattendue de prendre naissance à une température supérieure à celle de leur décomposition. Très-stables au rouge blanc, très-stables à la température ordinaire, ils n'ont de tension de dissociation qu'au rouge vif pour le fluorure et vers 700 degrés pour le chlorure (1).

» La décomposition du sous-fluorure de silicium est complète lorsque la température s'abaisse lentement. Un refroidissement brusque comme celui qui résulte de l'emploi de l'étincelle d'induction est nécessaire pour isoler ce produit. On peut aussi l'isoler, ainsi que nous l'avons constaté, en remplissant ces mêmes conditions par l'emploi du tube chaud et froid de M. H. Sainte-Claire Deville. Quant au sous-chlorure de silicium, on l'obtient beaucoup plus facilement. Il suffit de faire passer sur le silicium en fusion le chlorure de silicium avec une rapidité suffisante pour que la portion de sous-chlorure qui se décompose par refroidissement donne du silicium amorphe. Une grande partie de ce sous-chlorure échappe à la décomposition. Nous avons pu en recueillir assez pour l'étudier. Dans une prochaine Communication, nous indiquerons la composition et les principales propriétés de ces corps nouveaux; nous décrirons également les modifications que nous avons dû apporter aux méthodes précédentes pour réussir à transporter le bore. »

(1) La production du sous-chlorure de silicium dans nos expériences est analogue à celle de l'oxyde d'agent dans la flamme du gaz tonnant par MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray.

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermochimiques sur la série du cyanogène; par* **M. BERTHELOT** (1).

« J'ai entrepris d'étudier la chaleur dégagée dans la formation des principaux composés du cyanogène, tels que l'acide cyanhydrique, les cyanures métalliques, les chlorure, bromure, iodure de cyanogène, le cyanate de potasse, etc., et de la comparer avec la chaleur dégagée dans les combinaisons des éléments proprement dits.

» Mes expériences ont été faites, comme toujours, dans des calorimètres de platine renfermant de 500 à 1000 grammes d'eau. Elles ont offert de grandes difficultés et même des dangers sérieux, car j'ai dû opérer sur l'acide cyanhydrique pur et sur le chlorure de cyanogène liquéfié; c'est-à-dire sur les corps les plus vénéneux qui soient connus. — Les réactions, exécutées par voie humide, réclament parfois un temps considérable pour s'accomplir, ce qui complique les mesures. En outre, il faut que les réactions soient exactement définies et intégrales pour que les nombres trouvés fournissent des données suffisamment autorisées. J'ai fait tous mes efforts pour remplir ces conditions, et les nombres ci-dessous me paraissent représenter, avec une exactitude suffisante, les réactions auxquelles je les attribue; cependant le sujet est si délicat que je crois devoir réclamer quelque indulgence pour ce pénible travail.

I. — *Acide cyanhydrique.*

» **1.** J'ai décomposé, dans le calorimètre, un poids connu d'acide cyanhydrique par l'acide chlorhydrique très-concentré; la transformation accomplie (et elle était totale, ou sensiblement), j'ai étendu le mélange avec une grande quantité d'eau, et mesuré la nouvelle quantité de chaleur dégagée. Une expérience préalable m'avait fait connaître la chaleur dégagée par les mêmes quantités d'acide chlorhydrique et d'eau mélangées. Je déduis de là la chaleur qui serait dégagée par la réaction suivante :

$$C^2HAz \text{ (pur et liquide)} + HCl \text{ (étendu)} + 2H^2O^2$$
$$= C^2H^2O^4 \text{ (dissous)} + AzH^4Cl \text{ (dissous)},$$

soit 10900 calories.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

» On tire de là (1) la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique par les éléments

$$C^2 + H + Az = C^2HAz \text{ (liquide et pur)} \ldots\ldots \quad -37700 \text{ calories.}$$

» 2. Le même acide, en se dissolvant dans l'eau, peut absorber ou dégager de la chaleur, suivant les proportions relatives. En présence d'une grande quantité d'eau, C^2AzH dégage environ $+400$; la formation de l'acide dissous absorbe donc -37300.

» 3. J'ai aussi déterminé la chaleur de vaporisation de l'acide cyanhydrique, soit 5700 pour C^2AzH. La formation de l'acide gazeux, à partir des éléments, absorbe donc -43400 calories.

» 4. On déduit de là :

Chaleur de combustion de l'acide cyanhydrique	liquide........	+166000
» »	gazeux........	+172000

» 5. En résumé, l'acide cyanhydrique est formé, à partir des éléments, avec absorption de chaleur, précisément comme le cyanogène, l'acétylène, le sulfure de carbone, etc. : anomalie très-générale pour les combinaisons du carbone, et qui, jointe à divers autres faits, permet de supposer l'existence d'un état spécial du carbone, gazeux et isomérique (2).

» 6. Les corps formés avec absorption de chaleur depuis leurs éléments sont particulièrement aptes à éprouver des condensations et des transformations polymériques, comme le prouve l'histoire de l'acétylène. Celle de

---

(1) Système initial :

$$C^2 + H^5 + Az + O^4 + HCl \text{ (étendu).}$$

Système final :

$$[C^2H^2O^4 + AzH^4Cl] \text{ (étendus).}$$

1re *marche.*		2e *marche.*	
$C^2 + O^2 = C^2O^2$..........	+ 25000	$2(H^2 + O^2) = 2H^2O^2$.....	+ 138000
$H^2 + O^2 = H^2O^2$..........	+ 69000	$C^2 + H + Az = C^2HAz$...	x
$C^2O^2 + H^2O^2 = C^2H^2O^4$....	− 27000	Réaction de HCl.........	+ 10900
$C^2H^2O^4 + n\,Aq$...........	0		148900
(J'ai trouvé une valeur tout à fait négligeable.)		$x = -37700.$	
$Az + H^3 = AzH^3$ (dissoute).	+ 31500		
AzH^3 (diss.) + HCl (diss.). $= AzH^4Cl$ (diss.). J'ai trouvé.	+ 12700		
	111200		

(2) *Annales de Chimie*, 4e série, t. XIX, p. 161, 173 et 176.

l'acide cyanhydrique fournit de nombreuses confirmations de cette vérité générale. J'ai insisté ailleurs sur ce point (1) et sur l'interprétation mécanique qu'il est permis d'en donner.

» 7. Examinons maintenant les diverses générations de l'acide cyanhydrique, et les dégagements de chaleur correspondants. Soit d'abord l'union du cyanogène avec l'hydrogène,

$$C^4Az^2 + H^2 = 2C^2AzH.$$

» Cette union, rapportée aux gaz, absorberait 4800 calories pour $2C^2AzH$ ou 2400 pour 1 seul équivalent. Aussi n'a-t-elle pas lieu directement. Gay-Lussac l'a déjà signalé, et j'ai vérifié de nouveau le fait en chauffant les deux gaz dans une cloche courbe pendant une heure, c'est-à-dire en faisant intervenir ces conditions de temps dont l'importance n'était guère appréciée autrefois.

» Le tableau suivant permet de comparer la formation des divers hydracides à celle de l'acide cyanhydrique, tout étant rapporté aux éléments gazeux et aux composés gazeux :

Cl + H = HCl........	+ 23900,
Br + H = HBr........	+ 12300,
I + H = HI.........	+ 800,
Cy + H = ...	− 2400.

» On sait que les trois premiers hydracides se forment directement, mais avec une difficulté croissante, en raison inverse de la chaleur dégagée; l'acide iodhydrique ne se produit qu'avec peine et dans des conditions de dissociation; l'acide cyanhydrique, enfin, ne se forme pas du tout.

» 8. L'acide cyanhydrique se forme, au contraire, directement, comme je l'ai démontré, par l'union de l'azote libre avec l'acétylène,

$$C^4H^2 + Az^2 = 2C^2HAz.$$

» Cette union absorbe cependant une grande quantité de chaleur, 42000 calories environ; mais elle s'effectue sous l'influence de l'étincelle et des travaux particuliers accomplis par le courant électrique (2).

» 9. La formation de l'acide cyanhydrique (nitrile formique) au moyen du formiate d'ammoniaque jette quelque lumière sur la théorie des amides. Soit la réaction suivante :

$$C^2H^2O^4, AzH^3 = C^2HAz + 2H^2O^2.$$

(1) *Annales de Chimie*, 4e série, t. VI, p. 433 et 351.

(2) Même Recueil, 4e série, t. XIX, p. 168.

» Cette réaction, si elle pouvait avoir lieu à la température ordinaire, avec le sel solide (1), et en produisant de l'eau et de l'acide cyanhydrique liquide, absorberait 13400 calories. Le sel fondu, en produisant l'eau et l'acide cyanhydrique sous forme gazeuse, absorbera près de 36000 calories, résultat conforme à ce qui se passe dans la plupart des décompositions.

» **10.** On peut aller plus loin : en effet, la déshydratation du formiate d'ammoniaque s'effectue en deux temps; elle engendre d'abord du formamide et de l'eau,

$$C^2H^2O^4, AzH^3 = C^2H^3AzO^2 + H^2O^2.$$

» J'ai décomposé en sens inverse le formamide par l'acide chlorhydrique concentré; la réaction théorique a dégagé 1400 calories; chiffre probablement trop faible, et que je donne sous toutes réserves, l'état liquide du formamide offrant peu de garanties de pureté. Il s'applique à peu près au changement du formamide dissous en formiate d'ammoniaque dissous.

» On en conclut encore que la transformation du formiate d'ammoniaque fondu en formamide et eau gazeux doit absorber un nombre voisin de 18000 calories. Les deux phases de la déshydratation du formiate d'ammoniaque changé en amide, puis en nitrile, répondraient donc à des phénomènes thermiques sensiblement égaux. Mais cette égalité n'est vérifiée que pour les produits sous la forme gazeuse.

» **11.** Réciproquement, la fixation des éléments de l'eau, soit sur l'amide, soit sur le nitrile formique en dissolution, avec reproduction du sel ammoniacal dissous, dégage de la chaleur, à savoir : 1400 calories pour l'amide et 10800 pour le nitrile. C'est une nouvelle preuve des dégagements de chaleur qui peuvent résulter d'une simple hydratation, opérée par voie humide, lesquels jouent un rôle important dans l'étude des métamorphoses des principes organiques azotés et dans celle de la chaleur animale (2).

» Je vais maintenant exposer la formation des cyanures et celle des combinaisons que le cyanogène forme avec les éléments halogènes.

---

(1) J'ai trouvé, par expérience,

$C^2H^2O^4 + nAq$	négligeable,
$C^2H^2O^4$ (dissous) + AzH^3 (dissous)....	+ 12600,
Dissolution de $C^2H^2O^4, AzH^3$.........	— 2600.

(2) *Annales de Chimie*, 4e série, t. VI, p. 461.

II. — *Cyanure de potassium.*

» 1. J'ai trouvé, par expérience, que :

CyH en se dissolvant dans 40 fois son poids d'eau dégage..	+ 400^{cal}
CyH (étendu) + KO (étendue) dégage (1)	+2960
CyK (pur), en se dissolvant dans une grande quantité d'eau (1 partie de sel et 100 à 140 parties d'eau), absorbe ..	2960

» On déduit de là la chaleur dégagée dans la formation du cyanure de potassium, depuis les éléments (2) :

$$C^2 + Az + K = C^2AzK \text{ dégage } +12200.$$

» 2. La formation directe du cyanure de potassium, par l'union de ses éléments, ne s'effectue pas à la température ordinaire; mais elle semble avoir lieu, en effet, à une haute température, lorsqu'on fait agir l'azote sur le charbon imprégné de carbonate de potasse, c'est-à-dire dans les conditions où le potassium prend naissance. A cette température, le cyanure de potassium est fondu; mais, par contre, le potassium est gazeux, ce qui doit compenser, et au-delà, la chaleur absorbée par la fusion du cyanure. On est donc conduit à admettre que la formation directe de ce dernier dégage de la chaleur, dans les conditions mêmes où elle s'effectue.

» 3. L'union du cyanogène avec le potassium a lieu, comme on sait, directement. Cette union

$$Cy + K = KCy \text{ dégage } + 53000 \text{ calories.}$$

---

(1) Andrews a donné................ 3600^{cal}
Thomsen a donné................ 2800

(2) Système initial :

$$C^2 + Az + K + H + O.$$

Système final :

$$C^2AzK + HO.$$

1re *marche.*		2e *marche.*	
$C^2 + Az + H = C^2AzH$.....	-37700	$C^2 + Az + K = C^2AzK$...	x
$C^2AzH + n\,Aq$...........	$+ 400$	$H + O = HO$..........	$+ 34500$
$K + O + n\,Aq = KO$ (étend.).	$+78100$		$34500 + x$
C^2AzH (diss.) + KO (diss.) $= C^2AzK$ (dissous) + HO.	$+ 2960$	$x = 12200.$	
Séparation de C^2AzK (solide).	$+ 2960$		
	$+46720$		

» Ce chiffre est moindre que la chaleur dégagée par l'union du même métal avec les élément halogènes :

$Cl + K = KCl$ dégage	....	$+102700^{cal}$ (1)
$Br + K = KBr$ »	....	$+ 89200$
$I + K = KI$ »	....	$+ 76300$

» 4. Notons en passant les rapprochements numériques suivants, bien qu'étrangers à l'étude du cyanogène :

La substitution du chlore au brome vis-à-vis du potassium dégage.	13500^{cal}
Celle du brome à l'iode....................................	12900

» C'est à peu près le même chiffre. Les valeurs thermiques de ces deux substitutions, comparées l'une à l'autre, sont aussi les mêmes vis-à-vis de l'hydrogène (11500); et vis-à-vis du cyanogène (17 à 18000). Vis-à-vis des métaux proprement dits (zinc, plomb, argent), l'égalité ne subsiste plus, mais les deux nombres ne diffèrent pas beaucoup, étant compris entre 9000 et 13.000. Même dans la série des chlorure, bromure, iodure acétique, les deux substitutions dégagent 8000 et 12000. Tous ces rapprochements indiquent que le travail effectué par la substitution du chlore au brome dans un composé quelconque ne diffère guère du travail effectué par la substitution du brome à l'iode dans le composé correspondant.

» Au contraire, la substitution du chlore au cyanogène donne lieu à des résultats divergents : soit vis-à-vis du potassium, 50000 calories; et vis-à-visde l'hydrogène, 26000 seulement. Cette divergence est corrélative de la grande différence qui existe entre les chaleurs de dissolution des deux hydracides (+400 et +17400), comme entre leurs chaleurs de combinaison avec la potasse (3000 et 13600).

» 5. On remarquera la petitesse de la quantité de chaleur dégagée dans l'union de l'acide cyanhydrique dissous et de la potasse dissoute : 2960 calories au lieu de 13000 à 15000 calories, valeurs relatives à la plupart des acides minéraux et organiques. Aussi l'acide cyanhydrique est-il déplacé dans le cyanure de potassium dissous par presque tous les acides, même par l'acide carbonique.

» 6. Le cyanure de potassium dissous se change en formiate de potasse

---

(1) Moyenne des chiffres donnés par Andrews et par Favre et Silbermann.

et ammoniaque avec dégagement de chaleur :

$$C^2AzK\ (\text{dissous}) + 2H^2O^2 = C^2HKO^4\ (\text{dissous}) + AzH^3\ (\text{dissoute})$$

dégage + 8500 calories. On sait que la réaction est lente.

» Le sel fondu est décomposé très-aisément, comme chacun sait, par la vapeur d'eau. Cette décomposition est facile; car elle développe 19000 calories, en produisant du formiate de potasse fondu et du gaz ammoniac. Le formiate peut, d'ailleurs, se détruire ultérieurement sous l'influence de la chaleur ou d'un excès d'alcali.

» En présence de l'oxygène de l'air, on sait que le cyanure de potassium devient du cyanate; puis, s'il y a de la vapeur d'eau en présence, du carbonate de potasse : je discuterai tout à l'heure ces deux réactions.

» J'ai également étudié la formation de divers cyanures simples et doubles. Elle offre beaucoup d'intérêt. Mais je ne parlerai aujourd'hui que du cyanhydrate d'ammoniaque et du cyanure de mercure.

III. — *Cyanhydrate d'ammoniaque.*

» 1. J'ai trouvé que l'union de l'acide cyanhydrique dissous avec l'ammoniaque dissoute dégage environ 1300 calories (1).

» La dissolution du cyanhydrate d'ammoniaque récemment préparé, (1 partie de sel dans 180 parties d'eau), absorbe 4400 calories pour C^2HAz, AzH^3.

» 2. Il résulte de ces chiffres que l'union du gaz cyanhydrique et du gaz ammoniac, avec formation de cyanhydrate solide, dégage 20500 calories. C'est la moitié seulement de la chaleur dégagée dans les formations semblables des chlorhydrate, bromhydrate, iodhydrate d'ammoniaque.

» 3. Depuis les éléments, on aurait

$$C^2 + Az^2 + 2H^2 = C^2AzH, AzH^3\ (\text{solide}) \ldots + 5500 \text{ calories.}$$

La formation semblable du chlorhydrate d'ammoniaque dégage 88 000 calories.

» Enfin, entre la formation du chlorhydrate d'ammoniaque depuis les éléments et celle du chlorure de potassium, la différence est 14700 calo-

(1) Andrews donne le même chiffre.

ries; tandis que la formation du cyanure de potassium depuis les éléments dégage seulement 6700 calories de plus que celle du cyanhydrate d'ammoniaque.

IV. — *Cyanure de mercure.*

» 1. La formation du cyanure de mercure, depuis les éléments pris dans leur état actuel,

$$C^2 + Az + Hg = C^2AzHg,$$

absorberait environ — 41 000 calories. D'où il suit que l'union du cyanogène et du mercure, à la température ordinaire,

$$Cy + Hg = HgCy,$$

doit répondre à un phénomène à peu près nul. Aussi ne se produit-elle point directement.

» 2. La substitution simple du chlore au cyanogène, avec formation de chlorure de mercure, dégagerait 25 000 calories, à peu près le même chiffre que dégage la même substitution opérée dans l'acide cyanhydrique.

» Les réactions véritables forment, en outre, du chlorure de cyanogène,

$$CyHg + Cl^2 = HgCl + CyCl; \quad CyH + Cl^2 = HgCl + CyCl;$$

c'est-à-dire qu'elles dégagent 43 000 calories environ, soit avec l'acide cyanhydrique, soit avec le cyanure de mercure, le chlorure de cyanogène étant supposé gazeux. Les deux réactions sont, comme on sait, également employées pour la préparation du chlorure de cyanogène, ce qui est justifié par les chiffres ci-dessus.

V. — *Cyanate de potasse.*

» 1. J'ai décomposé le cyanate de potasse par l'acide chlorhydrique. En opérant en présence d'une quantité d'eau suffisante pour que l'acide carbonique demeure dissous, la décomposition est complète au bout de peu de minutes :

$$C^2AzKO^2 \text{ (dissous)} + HCl \text{ (dissous)} + H^2O^2$$
$$= C^2O^4 \text{ (dissous)} + KCl \text{ (dissous)} + AzH^3HCl.$$

» Elle dégage 28 800 calories.

» La dissolution de C^2AzKO^2 (1 partie de sel dans 300 parties d'eau) absorbe — 5200 calories.

» **2.** On déduit de là (1) que la formation du cyanate de potasse depuis les éléments

$$C^2 + Az + K + O^2,$$

dégage 108400 calories.

» **3.** L'union du cyanure de potassium avec l'oxygène pour former du cyanate,

$$C^2AzK + O^2 = C^2AzKO^2,$$

dégage dès lors

$$108400 - 12200 = 96200 \text{ calories},$$

chiffre énorme, et à peu près égal à la chaleur dégagée par la combustion du carbone contenu dans le cyanure. Ce chiffre se rapporte aux corps pris dans leur état actuel; mais il peut être appliqué aux mêmes corps, dans les conditions connues de leur réaction, à une haute température; car la fusion du cyanure et celle du cyanate doivent absorber à peu près la même quantité de chaleur.

» On s'explique par ces nombres pourquoi le cyanure de potassimu offre une si grande tendance à s'oxyder soit sous l'influence des agents oxydants, soit même sous l'influence de l'air.

» **3.** On sait que le cyanate de potasse dissous se change peu à peu en carbonate de potasse et carbonate d'ammoniaque dissous,

$$C^2AzKO^2 + 2H^2O^2 = CO^2KO + CO^2, AzH^3, HO.$$

» Ce changement dégage à peu près 6500 calories de moins que le chan-

---

(1) Système initial :

$$C^2 + Az + K + 4H + 4O + 2Cl.$$

Système final :

$$C^2O^4 \text{ (dissous)} + KCl \text{ (dissous)} + AzH^4Cl \text{ (dissous)}.$$

1re *marche.*	
$C^2 + O^4 = C^2O^4$	94,0
Dissolution	5,6
$K + Cl = KCl$ (dissous)	98,5
$Az + H^3 = AzH^3$ (dissous)	31,5
$H + Cl = HCl$ (dissous)	41,3
$HCl + AzH^3 = AzH^4Cl$ (dissous)	12,7
	283,6
	175,2
$x =$	108,4

2e *marche.*	
$C^2 + Az + K + O^2 = C^2AzKO^2$.	x
Dissolution	−5,2
$2(H + Cl) = 2HCl$ (dissous).	82,6
$H^2 + O^2 = H^2O^2$	69,0
	$146,4 + x$
Réaction	28,8
	$175,2 + x$

gement opéré par l'acide chlorhydrique, soit 23300 calories : c'est un chiffre assez élevé pour expliquer la réaction.

» On trouverait également un dégagement de chaleur considérable, 13000 calories environ, pour la transformation du cyanate de potasse fondu et de la vapeur d'eau en carbonate de potasse, acide carbonique gazeux et ammoniaque,

$$C^2AzKO^2 + 3HO = CO^2, \ KO + CO^2 + AzH^3.$$

» On sait avec quelle facilité s'effectue cette transformation.

4. Les chiffres précédents montrent avec quel soin on doit éviter l'intervention de l'oxygène, et celle de la vapeur d'eau dans la préparation du cyanure de potassium. Ils expliquent pourquoi ce sel, préparé par voie sèche, renferme presque toujours de grandes quantités de carbonate de potasse. En effet la réaction suivante :

$$C^2AzK + O^2 + 3HO = CO^2, \ KO + CO^2 + AzH^3$$

dégage, à la température des expériences, près de 110000 calories.

VI. — *Chlorure de cyanogène.*

» 1. J'ai décomposé ce corps par la potasse étendue, et transformé ensuite, par l'acide chlorhydrique en acide carbonique, chlorhydrate d'ammoniaque, le mélange de cyanate et de carbonate produit dans la première réaction. J'obtiens ainsi la réaction totale

$$C^2AzCl\,(\text{pur, liquide}) + 4HO = C^2O^4\,(\text{diss.}) + AzH^4Cl\,(\text{diss.}) + KCl\,(\text{diss.}),$$

laquelle dégage 61700 calories.

» D'autre part, j'ai trouvé la chaleur de vaporisation du chlorure de cyanogène égale, pour CyCl, à 8800 calories.

» 2. On conclut de là, par un calcul que je supprime, pour la formation du composé depuis les éléments,

$$\begin{aligned} C^2 + Az + Cl &= C^2AzCl\ (\text{liquide}) - 14500, \\ &= C^2AzCl\ (\text{gazeux}) - 23300. \end{aligned}$$

» 3. L'union du cyanogène au chlore

Cy + Cl = CyCl (liquide) dégage......	+ 26500
Cy + Cl = CyCl (gazeux) »	+ 17700

VII. — *Iodure de cyanogène.*

» 1. J'ai préparé ce corps par synthèse, au moyen du cyanure de potassium pur, en solution aqueuse, et de l'iode solide,

$$CyK\,(diss.) + I^2 = CyI\,(diss.) + KI\,(diss.).$$

La réaction dégage 6400 calories.

» La dissolution de l'iodure de cyanogène dans une grande quantité d'eau (1 partie d'iodure pour 75 parties d'eau) absorbe, pour CyI, — 2800 calories.

» 2. On tire de là, pour la formation depuis les éléments,

	$C^2 + Az + I = C^2AzI$ (solide).........	— 53 100^{cal}
» 3.	$Cy + I = CyI$ (solide)...............	— 12 100
	Tous les corps étant gazeux...........	— 16400 environ.

VIII. — *Bromure de cyanogène.*

» 1. J'ai préparé ce corps par synthèse, au moyen du cyanure de potassium dissous et du brome pur,

$$CyK\,(diss.) + Br^2 = CyBr + KBr.$$

Cette réaction dégage 35400 calories.

» Toutefois je ne réponds pas absolument de ce chiffre, parce que la dissolution du brome dans la liqueur est suivie d'une autre réaction, beaucoup plus lente à la vérité.

» 2. On tire de là, pour la formation depuis les éléments,

	$C^2 + Az + Br = C^2AzBr$ (diss.)........	— 40 000
	C^2AzBr (solide) produirait environ.....	— 37 000
» 3.	$Cy + Br = CyBr$ (solide).............	+ 4 000
	Tous les corps étant gazeux...........	— 1 000 environ.

» En résumé, l'union du cyanogène avec le chlore dégage beaucoup de chaleur; avec le brome, le dégagement est faible ou nul, suivant l'état du bromure; avec l'iode, il y a toujours absorption de chaleur.

» Aussi s'explique-t-on aisément pourquoi la formation de l'iodure et même celle du bromure n'ont lieu qu'à la condition d'employer le cyanure de potassium, c'est-à-dire de faire intervenir une énergie supplémentaire, celle qui est due à la formation du bromure ou de l'iodure de potassium.

» La différence entre les décompositions du chlorure de cyanogène et celles de l'iodure de cyanogène par les alcalis et par divers autres réactifs s'explique de même par des considérations thermochimiques; mais je n'insiste pas. Je renverrai à cet égard au Mémoire que j'ai publié, avec M. Louguinine, sur les doubles décompositions et sur les chlorure, bromure, iodure acétique en particulier.

» Je reproduirai seulement les chiffres suivants :

	C^2HAz.	$C^4H^4O^2$.
Substitution simple : H par Cl.................	+ 23000	+ 6000
» H par Br................	0	— 2000
» H par I..................	— 15000	— 14000
Réaction de Cl^2 avec formation de HCl + RCl...	+ 47000	+ 30000
» Br^2 » HBr + RBr...	+ 8000	+ 6000
» I^2 » HI + RI......	— 11000	— 18000

» On voit que les chiffres relatifs aux composés cyaniques conduisent aux mêmes conclusions générales auxquelles nous étions arrivés par nos expériences sur les composés acétiques, relativement aux substitutions chlorées, bromées, iodées; elles confirment spécialement l'opposition qui existe entre les composés iodés et les composés chlorurés, quant à leurs modes de formation et à leurs métamorphoses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'ammoniaque pendant la fermentation alcoolique; par* **M. Dubrunfaut** (1).

« Nos précédentes Communications ont jeté quelque lumière nouvelle sur les faits qui se rattachent aux phénomènes de la fermentation et des

---

(1) Nous croyons devoir rectifier une erreur de calcul qui s'est glissée dans la rédaction de l'une de nos précédentes Notes. En cherchant à apprécier, d'après les données reçues, le rapport de la production de la levûre sèche à celle de l'alcool et, par suite, à celle du sucre, qui subit le dédoublement dans la cuve du brasseur, nous avons donné pour ce rapport :: 1 : 50; ce qui l'identifiait avec le rapport de la levûre au sucre, qu'elle fait fermenter en s'altérant pendant la fermentation du sucre prismatique. Le rapport donné pour la cuve du brasseur n'est réellement que :: 1 : 23 ou 25, c'est-à-dire à peu près moitié moindre que celui que nous lui avons attribué. Ainsi, en admettant notre hypothèse : que la levûre normale donne le double de son poids en levûre stérile ou usée sous l'influence de la fermentation du sucre prismatique, cette production serait à peu près double de celle qui s'effectue en levûre féconde en brasserie, et la fécondité, plus grande dans ce cas, s'expliquerait par la nature différente du produit, laquelle est elle-même corrélative d'une influence de milieu et d'éducation.

ferments alcooliques considérés comme phénomènes biologiques. En étudiant de nombreuses expériences, qui ont été faites l'an dernier dans notre laboratoire sans idées ni vues préconçues, nous avons pu achever d'éclairer cette question importante, que nous avons appelée *ammoniacale*, et qui se discute sans solution satisfaisante depuis le commencement du siècle.

» Nous avons signalé la présence du phosphate ammoniaco-magnésien dans les ferments alcooliques pris dans certains états, et ce fait nous a été révélé par la pratique de l'incinération, que nous avons, depuis de longues années, admise au nombre de nos méthodes d'investigation appliquées aux recherches de Chimie organique. Lorsque ces cendres n'exigeaient pas un examen qualitatif complet, on se bornait à noter sommairement leur mode d'agir sur les réactifs colorés, c'est-à-dire leur nature neutre, acide ou alcaline, et cela nous a suffi pour l'étude dont nous donnons ici le résumé.

» Pour les cendres de levûre, l'état acide accuse invariablement la présence de l'acide phosphorique, et la présence de cet acide est elle-même la conséquence nécessaire de la présence du phosphate ammoniaco-magnésien dans le ferment.

» Sur 105 incinérations de ce genre pratiquées l'an dernier dans notre laboratoire, 58 ont offert une réaction acide non équivoque, 31 ont donné la réaction alcaline, et 16 se sont trouvées neutres.

» En rapprochant ces observations de l'origine et de l'état des ferments incinérés nous avons été frappé de ce fait : que la neutralité ou l'alcalinité appartiennent exclusivement aux levûres de bières fraîches ou bien conservées. On pourrait déjà conclure de là l'absence de phosphate ammoniaco-magnésien dans le produit examiné et, par suite, l'absence radicale d'ammoniaque dans la cuve du brasseur qui a produit ces levûres. Cependant, comme notre mode d'incinération, pratiqué sans précautions particulières dans une capsule de platine, comme on le fait pour la saccharimétrie, aurait pu ôter au seul caractère de neutralité des cendres la valeur démonstrative que nous étions disposé à lui attribuer, nous avons eu recours, comme contrôle, à la précieuse méthode de M. Boussingault, qui s'applique avec autant de précision au phosphate ammoniaco-magnésien qu'aux sels ammoniacaux solubles. Nous avons ainsi acquis la certitude que l'affirmation de M. Pasteur, qui est une erreur dans les conditions pour lesquelles il l'a énoncée, est une vérité pour la fermentation spéciale qui s'accomplit dans la cuve du brasseur.

» La constitution azotée de la levûre de bière brute, que nous avons

donnée comme caractère fondamental de la race féconde dont elle est le type, est donc exempte de la cause d'erreur qu'aurait pu produire pendant l'incinération la présence accidentelle du phosphate ammoniaco-magnésien sous l'influence du carbone de la levûre.

» Si l'on rapproche le caractère acide si fréquent des cendres des ferments de l'origine de ces ferments ou des conditions diverses de leur formation et de leur conservation, voici ce que l'on remarque.

» Toutes les levûres issues de fermentations quelconques, qui offrent un titre azote sensiblement inférieur à 0,10 donnent des cendres acides, et ici encore le réactif de M. Boussingault, appliqué à la levûre elle-même, révèle et dose l'ammoniaque en confirmant l'indication fournie par l'incinération.

» Avons-nous besoin de faire remarquer que toutes les fermentations pratiquées dans le laboratoire avec le sucre prismatique et la levûre de bière, depuis le baron Thenard jusqu'à M. Pasteur, ont toutes donné invariablement de l'ammoniaque, qui s'est trouvée fixée sur le ferment à l'état de phosphate à l'insu des expérimentateurs.

» Ce n'est pas tout. La levûre de bière brute, normale qui ne contient pas de sel ammoniacal, en contient quand elle a subi le simple lavage à l'eau froide prescrit pour son épuration ou pour la préparation des lavages alcooliquement actifs. Elle en contient plus quand elle a été lavée à chaud; elle en contient encore quand elle a été rendue inactive par une simple dessiccation.

» Lorsqu'elle a subi des altérations spontanées sous l'influence du temps et de la chaleur, elle accuse encore la production de l'ammoniaque par la simple incinération, et l'on sait que cette production n'a plus besoin de de l'indice révélateur en question quand l'altération a atteint les limites de la fermentation putride bien caractérisée.

» Ces faits ne justifient-ils pas la légitimité de l'interprétation que nous avons donnée de l'état des divers ferments actifs et inactifs, ne prouvent-ils pas à l'évidence que la cuve du brasseur, qui conserve intègre la race du ferment fécond, a le privilége exclusif de livrer ce ferment vivant, et que le même ferment placé dans tout autre milieu ne perd son caractère spécifique de fécondité continue qu'en passant à l'état de véritable produit altéré putrescible et susceptible de donner par là même la réaction normale qui fait naître l'ammoniaque? La formation du phosphate ammoniaco-magnésien jouerait ainsi dans nos fermentations de laboratoire et d'atelier le rôle que jouent les sels de magnésie dans les expériences remarquables

de M. Boussingault, sur la putréfaction des urines, et dans ce cas la théorie indiquerait l'utilité de l'addition des sels de magnésie.

» Nous avons pu, en effet, d'accord avec les vues un peu modifiées de M. Pasteur, pratiquer de belles et complètes fermentations de sucre prismatique, sans intervention de matières albuminoïdes, et en présence d'un mélange convenable de sels ammoniacaux, calcique, potassique et magnésique.

» Le nitrate d'ammoniaque nous a donné surtout des résultats fort remarquables.

» Cependant, nous devons le dire, quoique nous ayons pu produire, dans le laboratoire, des quantités notables de levûre par ce moyen, nous n'avons pu obtenir, dans ces conditions, des ferments offrant la constitution azotée que l'on réalise avec l'intervention des matières albuminoïdes. En effet, quand les levûres produites dans ces dernières conditions atteignaient le titre normal de 0,10 d'azote, les autres restaient au titre mixte de 0,075, et une partie de ce titre était due à l'ammoniaque du phosphate ammoniaco-magnésien.

» Néanmoins, nos expériences tendent à justifier ce point important des beaux travaux de M. Pasteur, savoir : que l'ammoniaque introduite dans les fermentations peut, à défaut de matières albuminoïdes, concourir à la formation de l'élément albuminoïde du ferment, ainsi qu'elle le fait si évidemment dans l'industrie agricole.

» Nous croyons devoir signaler un fait qui n'est pas étranger à la question qui nous occupe. On sait que l'albumine normale ne peut pas exciter la fermentation alcoolique, même après un temps considérable, en présence du sucre, de l'eau et de l'air, siége, selon M. Pasteur, des spores reproducteurs du ferment. Cependant l'albumine dissoute dans l'eau peut servir à la reproduction de ce ferment à l'état globulaire bien constitué, quand elle a subi une ébullition prolongée, et il est à remarquer qu'il se dégage de l'ammoniaque pendant cette ébullition, en même temps que l'albumine perd son caractère alcalin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence du sucre de lait dans un suc végétal.* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. A. Wurtz (1).

« On n'a pas encore établi d'une façon certaine la présence du sucre de lait dans une substance d'origine végétale. Ce corps avait bien été signalé

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

dans certaines graines oléagineuses, mais sans preuves suffisantes; en sorte que, jusqu'à ce jour, il semblait particulier à la sécrétion lactée des mammifères. Ce travail a pour objet de montrer que le sucre de lait se rencontre également dans certains produits d'origine végétale.

» J'ai pris un échantillon d'une matière sucrée provenant de la collection connue sous le nom de *matière médicale de Mérat*, et portant cette indication : « Sucre obtenu du suc de Sapotillier, Martinique, 1837 », présentant un aspect cristallin; cette substance a été épuisée par de l'alcool bouillant et à 90 degrés centésimaux. Il est resté une partie cristalline indissoute; l'alcool a déposé, par le refroidissement, une certaine quantité de cristaux, ayant le même aspect que les premiers, auxquels ils ont été réunis. Deux cristallisations nouvelles dans l'eau les ont complétement purifiés.

» La matière ainsi obtenue est dure, elle croque sous la dent, sa saveur est légèrement sucrée, elle fond à 204 degrés, en dégageant des gaz, si l'on maintient la température quelque temps; le point de fusion du sucre de lait est de 203 degrés, d'après Lieben. La solubilité de cette matière est d'environ 14 pour 100 à la température ordinaire. Sa solution dévie fortement la lumière polarisée vers la droite; examinée au saccharimètre de Soleil, elle a exigé, pour ramener l'égalité de teintes, le même déplacement de la graduation qu'une solution de sucre de lait pur faite dans les mêmes conditions.

» Traitée par la potasse à chaud, la solution de la matière brunit fortement. Elle réduit également à chaud la liqueur cupropotassique; elle précipite par le sous-acétate de plomb ammoniacal; elle ne subit pas la fermentation alcoolique dans les conditions habituelles, au contact de la levûre de bière. Enfin, la matière, traitée par cinq fois son volume d'acide nitrique étendu, a laissé déposer une certaine quantité d'acide mucique. Tous ces caractères réunis démontrent l'identité de cette matière ave le sucre de lait.

» Les eaux mères primitives ont été mises à évaporer et à cristalliser ensuite avec addition d'alcool à 80 degrés et éthéré; elles ont abandonné, au bout de quelque temps, des cristaux très-nets et présentant toutes les propriétés physiques et chimiques du sucre de canne.

» J'ai cherché à déterminer la proportion relative des deux sucres dans la matière que j'ai employée; je n'ai pu avoir recours à l'emploi du saccharimètre, la matière contenant une certaine quantité de sucre interverti; j'ai eu recours alors à l'emploi de la méthode de fermentation, d'un côté en pe-

sant l'acide carbonique formé, d'autre côté en mesurant ce même acide carbonique.

» La première méthode m'a donné environ 51 pour 100 de sucre fermentescible, la seconde 55 pour 100, chiffre qui me paraît plus rapproché de la réalité. Le sucre examiné provenant du suc du Sapotillier (*Achras sapota*) est donc composé de :

Sucres fermentescibles, sucre de canne.........	55
Sucre de lait..............................	45

» M. le professeur Baillon ayant bien voulu me remettre un fruit mûr de Sapotillier récolté au Caire, j'ai cherché à y caractériser le sucre de lait; pour cela, j'ai traité le suc extrait par l'acétate de plomb. Après l'avoir filtré, j'ai précipité les matières sucrées par l'azotate de plomb ammoniacal. Le précipité lavé a été décomposé par l'hydrogène sulfuré; la liqueur, filtrée et évaporée en consistance sirupeuse, était constituée en majeure partie par un sucre incristallisable après purification par solution dans l'alcool. Cette matière, traitée par l'acide nitrique étendu, n'a pas tardé à donner des cristaux d'acide mucique.

» Ainsi, d'après ces expériences, la présence du sucre de lait dans le suc de l'*Achras sapota* paraît certainement établie. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer.* 2e Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Milne Edwards (1).

« 5° *Mécanisme de la mort.* — Si nous considérons d'abord le cas d'un animal à peau sans défense et non muni de branchies, comme une grenouille, nous voyons qu'une dessiccation qui va jusqu'à enlever en moins d'une heure le tiers du poids de l'animal suffit parfaitement à expliquer la mort. Cette dessiccation paraît porter particulièrement sur les tissus : au moins le sang ne m'a pas paru visqueux, comme il arrive chez les grenouilles desséchées par les procédés directs; les muscles, au contraire, ont perdu une grande partie de l'eau qu'ils contiennent, et il est probable que les centres nerveux sont desséchés de même : d'où provient la mort.

» L'eau de mer, diluée d'un poids d'eau distillée égal au sien, produit les mêmes résultats. Mais lorsque l'eau de mer n'est plus que dans la proportion d'un tiers, la grenouille qu'on y plonge complétement y périt as-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 382.

phyxiée dans le même temps que dans l'eau douce, mais sans changer de poids; si l'animal ne baigne dans le liquide que par ses parties inférieures, il survit indéfiniment.

» Ainsi l'action mortelle de l'eau de mer cesse en même temps que son pouvoir exosmotique. Or, ce pouvoir n'a pas seulement pour conséquence l'appel de l'eau en dehors du corps de l'animal, mais bien aussi l'absorption d'une certaine quantité de sels. Ceux-ci pouvaient-ils avoir agi comme poisons?

» J'enveloppe une grenouille d'un morceau de papier à filtre, que je mouille avec 4 grammes d'eau de mer : l'animal meurt en quelques heures, après avoir perdu de son poids la proportion habituelle. Or, l'introduction dans le tube digestif de 4 grammes d'eau de mer, réduits au volume d'un centimètre cube, ne tue point une grenouille; on peut même, en prenant de grandes précautions, injecter directement ce même résidu dans le système vasculaire sans que l'animal périsse. La mort des grenouilles plongées dans l'eau de mer est donc due *exclusivement* à la dessiccation de l'animal par suite d'une action exosmotique.

» Considérons maintenant le cas des poissons ordinaires. Chez ces animaux cuirassés, les branchies constituent le seul point vulnérable : en effet, une tanche, suspendue dans un vase plein d'eau de mer, la tête restant en dehors, vit pendant très-longtemps si l'on a soin d'arroser d'eau douce ses branchies; elle se couvre, dans ces conditions, d'un épais mucus protecteur.

» Les lésions branchiales qui surviennent si rapidement chez les cyprins sont évidemment la cause déterminante de la mort, et peuvent être interprétées ainsi. Le sel marin enlève de l'eau à l'épithélium et au tissu propre de la branchie, et les plus fines ramifications vasculaires sont alors oblitérées, soit par action directe sur les tissus environnants et sur leurs propres fibres contractiles, soit par la voie réflexe des nerfs vaso-moteurs. Cependant le sang, lancé par le cœur, s'entasse dans les plus fortes artérioles afférentes, et les globules s'y déforment de telle sorte, que, lorsque survient la dilatation paralytique des vaisseaux plus fins, la circulation demeure arrêtée par les espèces de bouchons qui se sont ainsi formés. De là congestions, entravasations sanguines, les globules arrivant même jusqu'à l'eau ambiante.

» Il est certain que le sel marin pénètre dans les branchies et vient se mêler au sang, car celui-ci prend, à un certain moment, la couleur rouge-brique caractéristique de l'action des sels de soude. Il faut même que cette

pénétration l'amène au contact des globules, dans un état de concentration beaucoup plus forte que l'eau de mer; car celle-ci, mélangée à du sang, n'en altère que très-lentement les globules : l'altération est rapide, quand elle est concentrée au cinquième de son volume primitif.

» L'arrêt de la circulation branchiale est si brusque et si complet, que les injections poussées par le cœur refusent de traverser les branchies, et que, dans le sang de l'aorte, on ne trouve qu'un très-petit nombre de globules sanguins déformés. Il ne saurait donc être question ici d'absorption toxique : d'autre part, la diminution du poids du corps est très-minime; la mort est donc due *exclusivement* à l'arrêt de la circulation branchiale.

» Mais que faut-il penser pour les poissons qui résistent longtemps à l'action de l'eau de mer, comme les anguilles, ou même pour les cyprins qui meurent dans l'eau de mer, additionnée de deux tiers d'eau distillée? Dans ces cas, point de lésions branchiales, point d'altérations globulaires. Faut-il, pour expliquer la mort, recourir à l'hypothèse d'un empoisonnement? Je ne le pense pas.

» En effet, si l'on fait des mélanges d'eau de mer et d'eau distillée, dans des proportions diverses, on voit que les cyprins cessent de pouvoir y vivre, précisément alors que le pouvoir exosmotique du liquide doit être à peu près nul sur les branchies. Si l'absorption du chlorure de magnésium était la cause de la mort, comment expliquer qu'un vairon ait vécu six mois dans une solution à 2,37 pour 1000 de ce sel? Je crois donc plutôt qu'il y a, dans les cas où la mort arrive, une action faible et lente sur les branchies, d'où résulte une insuffisance de circulation et surtout d'hématose, et par suite asphyxie : aussi voit-on les branchies devenir noires avant la mort.

» En outre, pour les anguilles et autres poissons à peau nue, comme les loches, la dessiccation n'est sans doute pas à négliger : j'ai vu, chez une anguille morte en vingt-quatre heures dans l'eau de mer, le poids du corps diminuer de un quart.

» En résumé, les grenouilles (peau nue, pas de branchies) meurent par dessiccation; les cyprins (corps écailleux, des branchies), quand ils meurent rapidement, meurent par arrêt brusque de la circulation branchiale, et, quand ils meurent lentement, par trouble progressif des conditions de l'hématose. Chez les autres animaux, comme les anguilles, les têtards de batraciens, les crustacés, ces deux causes de mort interviennent avec des degrés divers d'intensité. Tout ceci est dû à des phénomènes d'exosmose,

qui enlèvent de l'eau, soit immédiatement aux branchies, soit médiatement au système nerveux central.

» Que si l'on demande d'où vient l'inégalité dans la survie d'un vairon, par exemple, et d'une anguille, il faut répondre qu'elle est due à des différences dans la composition chimique des épithéliums branchiaux et dans les propriétés exosmotiques de ces épithéliums.

» Le microscope révèle de ces différences les manifestations suivantes : si l'on examine des lamelles branchiales d'anguille, on voit que le contact de l'eau de mer les altère à peine, et encore très-lentement, tandis que des branchies de vairon deviennent immédiatement opaques, se raidissent et se recroquevillent d'une façon très-soudaine.

» La raison fondamentale de la mort ou de la survie des poissons d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer réside donc dans les propriétés physico-chimiques des parois branchiales. C'est à cette même conséquence générale que nous conduisent nos recherches sur la mort des poissons d'eau de mer que l'on plonge dans l'eau douce. Il restera à déterminer rigoureusement, si faire se peut, la raison de ces différences dans les propriétés physico-chimiques de ces membranes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les divers modes de nervation de l'ovule et de la graine*. Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« J'ai montré, il y a deux ans (1), que le système libérovasculaire de l'ovule et de la graine ne possède qu'un seul plan de symétrie, ce qui prouve la nature foliaire du corps reproducteur. Comme il était établi, par un travail antérieur, que ce corps s'insère toujours sur la feuille carpellaire, il est résulté du rapprochement de ces deux faits que l'ovule n'est pas une feuille entière, mais seulement un lobe plus ou moins grand de la feuille qui le porte. Depuis lors, je me suis appliqué à suivre le mode de distribution des faisceaux libérovasculaires dans l'ovule et dans la graine, en d'autres termes, le mode de nervation du lobe foliaire transformé, et j'y ai découvert, sous ce caractère général de n'avoir jamais qu'un seul plan de symétrie, des différences nombreuses et caractéristiques que je me propose d'indiquer dans cette Note, en les groupant autour de quelques types principaux.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 289; 26 juillet 1869.

» *Ovules et graines anatropes.* — Supposons d'abord que l'ovule n'ait qu'une enveloppe, ou, s'il en a deux, admettons, comme cela a lieu dans la grande majorité des cas, que la membrane externe seule renferme les faisceaux libérovasculaires. Ceci posé, ou bien le faisceau du funicule, une fois entré dans l'ovule au hile, rampe dans l'enveloppe sans se ramifier, ou bien il s'y divise.

» Si le faisceau ne se ramifie pas, il se comporte de plusieurs manières. Tantôt il parcourt tout un côté de l'ovule, pour venir se terminer brusquement sous le centre du cercle d'insertion du nucelle sur la membrane, cercle d'insertion qu'on nomme la *chalaze;* il forme ce qu'on appelle le *raphé.* C'est là pour ainsi dire le cas moyen. Ailleurs, en effet, le faisceau ne chemine que jusque vers la moitié de la longueur de la graine, et il s'y arrête court, ou bien même il s'éteint immédiatement après avoir pénétré dans la membrane, de sorte que le raphé qui ne se développait qu'à moitié tout à l'heure n'existe plus du tout maintenant. Dans d'autres végétaux, au contraire, le faisceau parvenu sous le centre de la chalaze se prolonge au delà, et se relève sur le côté opposé de la graine, pour venir se terminer brusquement vers le tiers ou la moitié de la hauteur (*Hedera*, *Bauhinia*, etc.), ou bien même il remonte ainsi jusqu'au bord même du micropyle, en entourant la graine d'une anse ou d'une boucle vasculaire (Cucurbitacées, *Acacia*, *Diospyros*, *Syringa*, *Symphoricarpos*, etc.).

» Si le faisceau se divise, on observe des différences, et dans le point où la ramification s'opère et dans le mode qu'elle suit. Ainsi le faisceau rampe souvent sur tout un côté de la graine pour se diviser sous la chalaze suivant le mode palmé, et de deux manières : tantôt c'est en formant seulement, dans la zone interne de la membrane, une griffe ou une cupule vasculaire qui ne dépasse que fort peu la base du nucelle; ce mode de division est fréquent et paraît le seul connu; tantôt c'est en produisant un certain nombre de branches puissantes (deux dans les *Ceratonia*, etc., trois dans les *Brunella*, *Helianthus*, etc., cinq dans les *Fraxinus*, *Ligustrum*, etc., dix à quinze dans les *Quercus*, *Fagus*, *Theobroma*, *Guilandina*, etc.) qui se relèvent dans la zone moyenne de l'enveloppe jusqu'au bord même du micropyle, en demeurant simples, ou en se bifurquant, ou en se ramifiant en nervation pennée; si ces branches s'anastomosent fréquemment, le mode palmé passe au réticulé. Mais ailleurs le centre de cette ramification palmée ou réticulée se trouve rejeté en deçà ou au delà de la chalaze. Dans le premier cas, le raphé ne descend que jusque vers le milieu de la graine pour se diviser sur le flanc de l'organe en un certain nombre de branches palmées

(*Corylus*, *Amygdalus*, *Cerbera*, etc.), ou bien il se raccourcit encore davantage (*Olea*), ou bien encore il devient nul parce que le faisceau se divise au hile même, en formant un collier autour du micropyle (*Tropœolum*, *Canna*, etc.). Dans le second cas, le raphé remonte sur la face opposée de la graine, et il se ramifie soit vers le milieu de cette face, soit même au voisinage du micropyle.

» Outre ces modes palmé et réticulé, on voit quelquefois le faisceau du raphé, soit qu'il s'arrête à la chalaze ou qu'il se relève jusque vers le micropyle, émettre successivement des branches latérales en nervation pennée (*Inga*, etc.). Enfin dans certaines plantes les modes penné et palmé coexistent pour les branches principales; le faisceau y émet d'abord des branches latérales pennées, puis, arrivé sous la chalaze, il s'y partage en rameaux palmés (Café, etc.).

» Nous avons admis jusqu'à présent que si l'ovule a deux enveloppes, le système vasculaire est tout entier compris dans la membrane externe; c'est, en effet, ce qui a lieu le plus souvent. Quelquefois cependant le faisceau du raphé, après avoir rampé dans l'enveloppe externe jusque sous la chalaze, se relève brusquement et pénètre dans la seconde membrane où il se ramifie. Dans ces conditions, je n'ai rencontré jusqu'ici que le mode de ramification en forme de coupe chalazienne, s'opérant dans la zone interne de cette seconde membrane et ne s'y étendant que sous la base d'insertion du nucelle. Si cette base est étroite, on n'a qu'une petite griffe vasculaire (*Mercurialis*); si elle est plus large, c'est une cupule (*Euphorbia*); enfin si le nucelle fait corps avec la membrane dans toute sa moitié inférieure, les faisceaux vasculaires s'étendent à mesure et la cupule prend la forme d'un dé à coudre, comme M. Gris l'a montré dans le Ricin.

» *Ovules et graines orthotropes.* — Si le faisceau ne se divise pas, il s'arrête sous le centre de la chalaze. S'il se ramifie, c'est toujours suivant le mode pelté, mais de plusieurs manières. Ici, la division a lieu exclusivement dans la zone interne de la membrane, et les branches ne s'étendent que sous la surface d'insertion du nucelle en formant, suivant les dimensions de cette surface, une griffe, une cupule (*Ephedra*), ou un dé à coudre (*Ginkgo*). Là, sans rien envoyer sous la chalaze, il produit plusieurs branches puissantes qui s'élèvent dans la zone moyenne ou externe de la membrane jusqu'au pourtour du micropyle; il y a ordinairement deux branches simples dans les *Taxus*, *Cephalotaxus*, etc.; il y en a vingt-quatre à vingt-huit divisées suivant le mode penné dans les *Juglans*. Ailleurs les deux modes

coexistent. Le funicule donne trois branches à l'ovule, et pendant que les deux latérales se relèvent dans la zone externe de l'enveloppe jusqu'au micropyle, en demeurant simples (*Cycas*), ou bien en se trifurquant d'abord à la base pour se bifurquer encore plus tard et donner douze branches (*Zamia*, *Dioon*, etc.), la médiane se divise dans la zone interne de la membrane, et suivant le mode pelté, en nombreux rameaux qui rayonnent sur toute la surface d'adhérence du nucelle. L'enveloppe possède alors un double système vasculaire, comme on sait que cela arrive dans le limbe de certaines feuilles.

» *Ovules et graines campylotropes.* — Parmi les ovules campylotropes, les uns paraissent provenir de la courbure d'ovules plus ou moins anatropes, et ils ont la chalaze écartée du hile, tandis que les autres ont la base du nucelle superposée au hile, et sont pour ainsi dire des ovules orthotropes arqués. Dans les premiers, nous retrouvons les divers modes de nervation des ovules anatropes. Tantôt le faisceau ne s'y divise pas, et alors, ou bien il parvient jusqu'à la chalaze où il se termine brusquement (*Ononis*, *Caragana*, etc.), ou bien il s'arrête avant d'arriver à ce point (*Galega*, etc.), ou bien il se prolonge au delà et s'étend plus ou moins loin sur le côté convexe de la graine dans la direction du micropyle (Viciées). Ailleurs le faisceau se ramifie, soit en deçà de la chalaze et très-près du point d'insertion, en formant un collier vasculaire autour du hile (Phaséolées), soit beaucoup au delà (*Cicer*), soit enfin sous la chalaze même. Dans ce dernier cas, c'est tantôt en formant seulement une cupule sous la base du nucelle, tantôt en produisant des branches qui se répandent au loin dans la membrane, tantôt de ces deux manières à la fois. Dans les ovules et graines campylotropes à chalaze superposée au hile, si le faisceau ne se divise pas, il s'arrête sous le centre de la base du nucelle; s'il se ramifie, c'est ou bien seulement par une coupe chalazienne, ou bien par des branches palmées ou pennées (*Acer*), ou réticulées (*Æsculus*), qui suivent d'abord le côté convexe de l'organe et se répandent de là sur les faces latérales et jusqu'au voisinage du micropyle, ou bien encore de ces deux manières à la fois.

» Telle est l'indication sommaire des principales différences que présente la nervation de l'ovule et de la graine. On voit, pour ne parler que du cas d'une enveloppe unique, que la membrane seule renferme les faisceaux libérovasculaires, tandis que le nucelle en est toujours dépourvu. La membrane représente le limbe sessile ou pétiolé du lobe foliaire transformé. Le nucelle en est une excroissance parenchymateuse, une sorte de gros poil dressé perpendiculairement à la surface, sur laquelle il s'insère

par un cercle plus ou moins étendu, tandis que le limbe se replie autour de lui en forme de sac ou de capuchon. Le sac embryonnaire est une cellule centrale de ce mamelon superficiel, allongée perpendiculairement à la surface du limbe et produisant les vésicules embryonnaires à son extrémité la plus éloignée. Dans la grande majorité des cas, le nucelle appartient à la face supérieure du limbe transformé, c'est-à-dire à la face vers laquelle sont tournés les vaisseaux de son système libérovasculaire; mais quelquefois, comme on le voit dans les *Podocarpus*, *Cephalotaxus*, etc., c'est sur la face inférieure ou libérienne du limbe qu'il se trouve inséré. Dans tous les cas, le centre de sa base est situé sur la ligne médiane du lobe, et son axe, ainsi que celui du sac embryonnaire, soit qu'il demeure droit ou qu'il se courbe par la suite du développement, est tout entier compris dans le plan de symétrie du segment. Mais la position que le mamelon superficiel occupe le long de cette ligne médiane, ainsi que le mode de nervation du limbe et la manière dont il se replie pour envelopper le nucelle, varient suivant les plantes, et c'est ce qui engendre, comme il est aisé de le concevoir, les diverses formes de l'ovule et de la graine, ainsi que les multiples combinaisons anatomiques que chacune d'elles présente.

» On a pu voir, par les quelques exemples cités dans cette Note, que le mode de nervation de la graine ne demeure pas toujours constant dans la même famille de plantes, et qu'il se retrouve au contraire avec les mêmes caractères dans des groupes très-éloignés. Il y a donc lieu de rechercher la manière dont les genres d'une famille quelconque se répartissent entre les divers modes de nervation séminale signalés plus haut, et cette étude comparée fera l'objet de Communications ultérieures. »

PATHOLOGIE. — *Sur les modifications imprimées à la température animale par les grands traumatismes.* Mémoire de **M. Demarquay.** (Extrait par l'auteur.)

« Dès le début de la guerre sous les murs de Paris, j'avais eu la pensée de déterminer, par des recherches thermométriques exactes, les modifications imprimées à la température animale par les grands traumatismes. Mais les conditions de température extérieure et surtout le temps exigé pour le transport des blessés pendant la saison rigoureuse de l'hiver venaient ajouter leur influence à celle du traumatisme lui-même et devenaient une cause d'erreur. Au mois d'avril et de mai, les conditions étaient changées, la température était douce; de plus, les combats avaient lieu tout près de nos

ambulances, où les blessés étaient immédiatement transportés : là ils étaient soumis à une observation de tous les instants. Dans ces conditions, j'ai pu recueillir quarante-huit observations de traumatisme plus ou moins grave, avec détermination exacte de l'abaissement de la température animale. Ces observations ont été classés de la manière suivante.

» Un premier tableau contient trente-huit observations de traumatisme déterminé soit par des éclats d'obus, soit par des balles. Dans toutes ces observations, le squelette est plus ou moins intéressé; il y a toujours une lésion osseuse ou articulaire plus ou moins grave, quelquefois même une portion d'un ou des deux membres a été enlevée. Dans toutes ces observations, nous trouvons un abaissement de température, qui varie depuis 1 degré ou quelques dixièmes de degré jusqu'à plusieurs degrés. Le plus grand abaissement de la température animale que nous ayons observé n'a point dépassé 34 à 35 degrés. La mort, le plus souvent, arrivait avant que le thermomètre eût atteint cette limite, c'est-à-dire la limite de 35 degrés. Nos observations ont été prises sur des hommes dans l'âge moyen de la vie, entre 20 et 50 ans. Toutes choses égales d'ailleurs, le même traumatisme, en apparence du moins, ne donnait point toujours le même abaissement de la température; il était plus marqué chez les hommes de 40 ans que chez ceux de 20.

» Les blessés sur lesquels nous avons constaté le plus grand abaissement de la température animale étaient des fédérés ivres, et se livrant depuis longtemps à un usage immodéré de l'alcool. Tous les individus sur lesquels nous avons constaté un abaissement notable de la température, et chez lesquels le thermomètre est descendu à 35 degrés, sont morts avec ou sans opération : si on les opérait, la réaction ne se faisait point; sous ce rapport, l'étude thermométrique du grand blessé peut devenir un élément de pronostic et d'indication opératoire sérieuse. Comment expliquer cette modification profonde de la température animale, par un traumatisme qui porte sur une partie plus ou moins éloignée du tronc? Sans doute, on peut expliquer le fait en disant que ce phénomène est la conséquence de l'ébranlement causé à l'organisme. Mais si, comme la physiologie l'indique, la température est le résultat de combustions intérieures, comment expliquer, en quelque sorte, l'instantanéité du résultat? Je me borne, quant à présent, à signaler les faits que j'ai observés, en laissant aux physiologistes à en indiquer l'explication.

» Un second tableau est relatif aux plaies pénétrantes de l'abdomen. Il comprend six faits; dans ces six observations de plaie pénétrante de l'abdo-

men ,par des balles ou des éclats d'obus, la mort a été rapide, et la température animale a subi une dépression considérable, car le thermomètre est vite descendu à 35 et à 34 degrés. D'après un travail présenté par moi à l'Académie des Sciences, en 1862, sur les modifications imprimées à la température animale par la ligature d'une anse intestinale, j'avais pensé que la dépression de la température tenait à ce que des anses intestinales étaient étranglées par la plaie; mais j'ai été à même de constater que l'abaissement de la température se produisait indépendamment de toute compression sur les intestins, et que la violence du traumatisme était la seule cause de cet abaissement de la température.

» Dans un troisième tableau, je démontre un fait que j'avais déjà signalé, ainsi que Belleroth, à savoir : que les brûlures graves et un peu étendues amenaient, le plus souvent, un abaissement notable de la température animale.

» Je me borne à faire connaître à l'Académie le résumé sommaire de mes recherches. Elles seront plus longuement exposées dans un Mémoire important, qui sera publié prochainement par un de mes élèves, M. Redard, sur les causes de l'abaissement de la température animale dans les maladies et sous l'influence d'agents toxiques. »

PHYSIQUE. — *Note sur l'inflammation de jets de gaz pendant les orages; par* **M. W. de Fonvielle.**

« M. Dumas ayant paru désirer quelques éclaircissements sur la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, dans la séance du 7 août dernier, relativement à un coup de foudre de la rue Leclerc, je me suis livré à une étude approfondie de ce phénomène.

» Ayant obtenu des Pères de la Providence l'autorisation de visiter l'intérieur du bâtiment foudroyé, j'ai trouvé que la décharge avait été assez violente pour volatiliser la surface d'une bande de fer oxydé qui lui avait servi de pôle, pour briser en mille morceaux la vaisselle de ces religieux, et pour imprimer des traces de fusion à différentes pièces faisant partie d'une batterie de cuisine. La décharge est encore tombée sur une bouche d'eau et a brisé un tube de fonte qui n'offrait point au fluide une conductibilité suffisante.

» D'autres détails recueillis par moi dans le voisinage permettent de comprendre que le gaz ait été porté à une température suffisante pour qu'il ait été enflammé, et surtout d'expliquer comment il s'est trouvé en contact

avec l'air atmosphérique, par la destruction du plomb qui lui a livré passage. Cette circonstance est d'autant plus remarquable que la température de la fusion du plomb n'est point suffisante pour produire cet effet. Elle semble indiquer que le plomb n'a point été fondu, mais arraché moléculairement et volatilisé, comme l'a été le fer de la cuisine des Pères de la Providence.

» Le coup a été réellement formidable, comme tout Paris a pu s'en convaincre, et sa durée a été très-longue. Le portier de l'Observatoire national ne l'évalue pas à moins de cinq à six secondes. Des secousses ont été ressenties à des distances très-grandes, principalement, il est vrai, près de masses de fer ou d'objets de nature à repercuter le mouvement principal et donner lieu à des courants dérivés.

a. Un cantonnier a été foudroyé et ramassé sans connaissance à 178 pas de distance de la cuisine des Pères. Il était à côté d'un petit bâtiment de forme triangulaire, restant d'une maison démolie pour la constructien du boulevard Arago.

b. Un homme, avec ses deux petites filles, a été jeté à terre dans la rue Leclerc, à 50 pas du même endroit. Il passait devant l'école tenue par des Sœurs et attenant à l'établissement des Pères, où les grilles de fer sont très-nombreuses et très-massives.

c. M. Fron, directeur du *Bulletin télégraphique international*, qui se trouvait dans son bureau, situé à 250 mètres, a reçu une secousse analogue à celle d'un petit appareil Ruhmkorff. Plusieurs personnes, qui étaient à une fenêtre, ont été violemment repoussées à l'intérieur.

L'Observatoire national possède une une grande coupole de cuivre qui a été la cause de courants dérivés très-énergiques, et de production d'étincelles lorsque la foudre est tombée sur l'établissement. Il y a quelques années, ces faits ont été signalés par le *Bulletin météorologique international.*

d. Trois ouvriers qui travaillaient dans le dépôt des machines du chemin de fer de Sceaux, situé à 250 mètres, ont reçu une secousse tellement vive qu'ils se sont précipités les uns sur les autres.

e. Un télégraphier de la station de Montrouge, qui avait négligé de mettre son appareil sur terre, a reçu une commotion très-vive. Le chef de gare, qui était très-voisin, a vu distinctement une étincelle traverser l'appareil.

f. Un facteur de la gare, qui était assis sur un banc, à 10 mètres des rails, a reçu une secousse très-vive. (La gare de Montrouge est à environ 1 kilomètre de la rue Leclerc.)

» Non-seulement la secousse électrique s'est fait sentir sur une surface très-grande, mais la décharge paraît avoir eu la forme globulaire; trois observations concourent à l'établir :

a. Deux ouvriers travaillant dans la sellerie du chemin de fer déclarent avoir vu passer une boule rouge de la grosseur du poing. Les ouvriers foudroyés dans le dépôt des machines prétendent avoir vu une lame de feu, dont un trait a passé dans ce hangard. Le

chef du dépôt a vu à travers une fenêtre une masse de feu, dont il n'a pas pu définir la forme, se précipiter dans la direction de la rue Leclerc.

b. M. Borel, directeur de la maison Wagner, qui se trouvait sur le toit du Val-de-Grâce, a vu passer une boule rouge, se précipitant sur les jardins séparés du Luxembourg et transformés en square.

c. Le gardien de ce square a vu une boule de feu rouge, de la grosseur d'un chapeau, éclater avec fracas et se disperser dans tous les sens.

» Pour arriver à fondre le tube de plomb et à enflammer le gaz qu'il contenait, l'étincelle avait à franchir une distance de 200 mètres, le coup de foudre qui a éclaté à $2^h 54^m$ n'aurait sans doute pas eu la même puissance, mais il a été assez énergique pour produire la perforation d'un tube passant dans le grenier de la maîtrise de la chapelle Saint-Marcel. Il n'avait cette fois à franchir qu'une lacune de 4 ou 5 centimètres. Le bec étant à près de 4 mètres de l'endroit de l'explosion, on ne saurait admettre qu'il ait été ouvert par mégarde, et que cette circonstance ait déterminé l'inflammation du gaz. Mais cette hypothèse saurait bien moins être admise dans une troisième explosion, qui a eu lieu à l'Hôpital de la vieillesse (femmes), le 29 juillet, à 6 heures du soir; car le tube foudroyé sort d'un mur pour y rentrer aussitôt, et passe dans le voisinage d'une conduite de décharge des eaux pluviales, qui a servi à dériver une portion plus ou moins grande du fluide, malgré la présence d'un paratonnerre en bon état. Le tube de plomb et le tube de fonte sont presque en contact. La foudre n'a eu à franchir qu'une lame d'air d'un millimètre, la couche d'oxyde qui couvrait le plomb, et la couche de peinture qui couvrait la conduite de fonte. Cependant la chaleur développée a été assez grande pour que le plomb fut volatilisé et le gaz porté à la température de son inflammation dans l'air.

» Comme d'aussi grandioses expériences se répètent difficilement dans les laboratoires, je me propose de recueillir et d'étudier les cas analogues, si l'Académie daigne prendre intérêt à ces recherches. Je me suis adressé à M. Lependry, ingénieur de la canalisation de la Compagnie parisienne, qui fait procéder à une enquête. Nul doute que ces faits ne soient fréquents, et que, dans certains cas, ils n'aient produit des incendies attribués à d'autres causes, ou dont la cause est restée inexpliquée jusqu'à ce jour. Je ne crois point sortir de la réserve recommandée en pareille matière, en conseillant de ne jamais placer les tubes et les becs de gaz à faible distance de parties métalliques, susceptibles de fonctionner comme paratonnerre pendant un temps d'orage. J'ajouterai que le coup de foudre de la Salpêtrière me serait expliqué parce que le tuyau de décharge des eaux pluviales

était bouché accidentellement. Cette circonstance, qui a été constatée lorsqu'on a reparé le tube de gaz, a mis sans doute en communication le tuyau de décharge avec le paratonnerre, et est peut-être la cause de la déflagration. C'est peut-être par suite d'une circonstance analogue qu'on a vu, il y a quelques années, une boule de feu se précipiter sur une poudrerie garnie de son paratonnerre, circonstance signalée par le Ministre de la guerre à la Commission académique des paratonnerres. Je compte m'occuper également de cette étude, si mes efforts sont assez heureux pour mériter l'approbation de l'Académie. »

GÉOLOGIE. — *Constructions de l'époque antéhistorique, découvertes à Santorin.* Note de **MM. Gorceix** et **Mamet**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Les fouilles que nous avons exécutées à Santorin en 1870 sont la continuation de celles qui avaient été faites à Thérasia par M. Fouqué (1). Les fouilles ont amené la découverte, en quatre points différents, de constructions ayant leurs fondations sur la lave et situées au-dessous du tuf ponceux auquel elles sont antérieures. Les environs du village d'Acrotiri, à la pointe S.-E. de Phira, la principale des îles du groupe de Santorin, a particulièrement été explorée.

» Deux maisons, placés à 40 mètres l'une de l'autre, ont été déblayées dans un ravin à peu de distance de ce village. Nous y avons découvert : de nombreux instruments en obsidienne, analogues à ceux qui caractérisent l'âge de pierre; un grand nombre de vases, différant totalement, par leurs formes et les décorations dont ils sont couverts, des poteries appartenant aux époques grecque, étrusque ou phénicienne; des ustensiles en lave, meules à main, mortiers, augets, etc; enfin, sur les murs de l'une des maisons, des fresques tracées sur un enduit entièrement composé de chaux.

» Sur la falaise, à un kilomètre environ de ce ravin, un batiment assez considérable a été ensuite complétement dégagé; comme les précédents, il a ses fondations sur la lave et était recouvert d'une couche de plus de 20 mètres de tuf ponceux, composé d'assises de pouzzolane et de lits de fragments anguleux de ponce.

» A côté d'instruments en obsidienne, de formes identiques à celles des

(1) *Voyez*, sur ce sujet, le remarquable Mémoire inséré par M. Fouqué aux *Archives des missions scientifiques* du Ministère de l'Instruction publique. (Ch. S.-C. D.)

instruments découverts dans les autres maisons, nous avons rencontré une scie en cuivre pur, sans trace d'étain ni de zinc. Les vases présentaient d'ailleurs les mêmes caractères de forme, de couleurs et de décorations. Plusieurs d'entre eux renfermaient de l'orge, des pois, des lentilles, de la paille hachée, substances disposées en tas dans diverses pièces de ce corps de logis. Des os de chèvres, de moutons se trouvaient répandus çà et là; le tronc entier d'un olivier, des fragments nombreux de bois appartenant à diverses essences, des morceaux de charbon y ont aussi été recueillis.

» En de nombreux points de cette partie de l'ile de Phira, nous avons suivi, sur une grande étendue, une couche de terre noire, inférieure à la ponce et provenant de la décomposition de la lave sur laquelle elle repose. Cette terre noire représente l'ancien sol végétal de l'île. Des sondages ont permis de constater la présence, dans cette terre, d'une grande quantité de débris de poterie et de fragments d'obsidienne, ainsi que l'existence, en plusieurs points, de murs appartenant à d'anciennes constructions complétement ruinées.

» Enfin, à Thérasia, quelques travaux, entrepris à 50 mètres des anciennes fouilles, nous ont fait découvrir au-dessous du tuf ponceux deux petites pièces, d'une construction identique à celle des maisons du ravin et de la falaise d'Acrotiri, et renfermant des débris de vases, des ustensiles et instruments en pierre, ayant la plus grande analogie avec ceux qui avaient déjà été recueillis dans ces dernières.

» Toutes ces constructions appartiennent à une même époque. Santorin, antérieurement à la formation du tuf ponceux, qui elle-même a précédé l'effondrement de la partie centrale de l'île, était couverte d'habitations et de cultures. Ses habitants étaient en possession d'une civilisation déjà fort avancée; ils se servaient de poids et de mesures, avaient un système de numération, savaient construire les voûtes, employer le mortier, fabriquer la chaux, et employaient un grand nombre de couleurs fort brillantes et très-remarquables par le bon état de leur conservation. L'agriculture était florissante; un certain nombre d'animaux était réduit à l'état domestique; le tissage et surtout la fabrication de la poterie étaient très-répandus.

» Le silence de l'histoire sur les terribles phénomènes volcaniques qui ont amené la disparition de cette civilisation, couvert l'île d'une couche épaisse de ponce et anéanti la population, la différence notable qu'on remarque dans les vases lorsqu'on les compare à ceux des époques postérieures, nous font placer cette civilisation dans l'âge antéhistorique. D'après

la présence d'un grand nombre d'instruments en obsidienne (tandis qu'un seul échantillon d'un métal usuel a été signalé), nous nous croyons en droit de la faire remonter à la fin de l'âge de pierre, à l'époque où le cuivre, qui sur ces lieux a inauguré l'ère des métaux, commençait à être employé.

» Quelques instruments analogues en obsidienne : scies, couteaux, grattoirs, ont été recueillis en divers points de la Grèce continentale, où sans doute existait une semblable civilisation. Le travail plus soigné de ces instruments concorde parfaitement avec l'état d'une civilisation bien plus avancée dans ces contrées que dans les pays septentrionaux, où des haches, des couteaux en silex ont aussi été découverts. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résultats sommaires d'observations faites à Ykouno (Japon); par* **M. Sévoz**. Extrait d'une Lettre à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Ma résidence est au milieu ds la grande île de Nippon, à égale distance (14 lieues) des deux mers : longitude, 132°13′; latitude, 35°14′ N.; altitude, 302 mètres.

» Voici les instruments que je possède actuellement ici : baromètre Fortin; thermomètres ordinaires; thermomètres à maxima; psychromètre; un petit théodolite, et boussoles. Tous ces instruments sortent de chez Secrétan.

Moyennes mensuelles des observations faites en 1870.

	Températures			Pression barométrique réduite à zéro.
	maxima.	minima.	moyennes.	
	°		°	mm
Janvier	8,30	— 2,60	2,85	736,60
Février	8,30	— 1,70	3,30	»
Mars	11,87	— 0,02	5,92	737,20
Avril	16,02	5,82	10,92	731,25
Mai	21,70	8,50	15,10	731,13
Juin	25,30	14,60	19,95	728,59
Juillet	26,70	17,90	22,30	727,65
Août	27,70	20,50	24,10	728,82
Septembre	24,80	17,20	21,00	731,59
Octobre	21,00	9,10	15,05	733,50
Novembre	15,00	7,50	11,25	738,00
Décembre	8,63	— 0,83	3,90	734,70
Moyenne annuelle	17,94	8,00	12,97	»

M. P. Guyot adresse deux Notes portant pour titres : Faits nouveaux concernant le sélénium » et « Note sur le proto-iodure de sélénium ».

M. Bazot adresse une Note relative à un bolide observé sur le chemin de fer de Paris à Versailles (rive droite), dans la nuit du 10 au 11 août, à $1^h 30^m$ du matin.

M. C. Cornu adresse une Note relative à une courbe *biquadratique*.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bertrand.

« M. Chasles fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, du 1er numéro du tome IV du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Cette livraison renferme un travail d'érudition fort étendu de M. Narducci sur les écrits d'Alhazen, le célèbre géomètre arabe du XIe siècle. Ce travail a été entrepris au sujet d'une traduction italienne de l'*Optique* d'Alhazen, faite en 1341, et restée inédite dans la Bibliothèque vaticane. On distingue, au milieu des nombreux documents réunis, soit dans le texte même, soit dans des notes marginales, une longue énumération des ouvrages mathématiques d'Alhazen, publiée en premier lieu par Wœpcke dans son édition de l'*Algèbre* d'Omar Alkhayyami, d'après un manuscrit arabe de la Bibliothèque nationale. C'est cette Notice qui a fait connaître pour la première fois que le nom complet d'Alhazen était *Alhaçan-ben-Alhaçan-ben-Alhaitham*. Ce qui nous apprenait que l'auteur du très-intéressant ouvrage sur les *Connues géométriques*, publié en 1834 par M. Am. Sédillot, sous le nom d'*Hassan-Ben-Haithem*, n'était autre qu'Alhazen. Cet ouvrage a surtout une importance historique en ce qu'il offre une émanation de la doctrine des *porismes* d'Euclide; car il renferme tout à la fois des *propositions locales*, des *données* proprement dites, c'est-à-dire à la manière du livre des *Données* d'Euclide, et des propositions d'un troisième genre qui sont des *porismes* d'Euclide, du moins tels que je les ai rétablis dans le sens proposé par Robert Simson. M. Narducci, comme avait fait Wœpcke, reconnaît l'intérêt qui s'attache à cet ouvrage arabe, découvert par M. Sédillot dans le Ms. 1104 de la Bibliothèque nationale, et publié dans le *Nouveau journal asiatique* de 1834.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 août 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère, année 1865, juillet à décembre, rédigé par l'Observatoire impérial de Paris. Paris, 1869; 2 liv. in-fol. oblong.

Compensateur de la déviation du compas à bord des navires en fer; par M. A. ARSON. Paris, 1871; in-8° avec planches.

De l'utilité qu'il y aurait à multiplier en France les Facultés de Médecine. Ressources et titres que l'École préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Nantes présente pour être transformée en Faculté de Médecine; par M. T.-A. LAENNEC. Nantes, 1871; br. in-8°.

Titres de M. Sédillot; par M. G. DUGAT. Paris, 1871; in-4°.

Des indemnités aux victimes de la guerre (invasion et émeute), avec l'impôt simplifié considéré comme prime d'assurances, suppression des emprunts et de la dette publique; par M. MENIER, deuxième édit. Paris, 1871; br. in-8°.

Journal du bombardement de Châtillon, avril-mai 1871; par M. Am. LATOUR. Paris, 1871; br. in-8°.

Histoire de la guerre de 1870; par M. V. D., officier d'état-major. Paris, 1871; in-8° avec planches.

Bulletin et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris, t. VII, 2e série, année 1870. Paris, 1871; in-8° relié.

L'assainissement municipal de la ville de Paris. Droits, devoirs et réformes; par M. A. DURAND-CLAYE. Paris, 1871; in-4° autographié.

Essais sur le climat de l'Alsace et des Vosges; par M. Ch. GRAD. Mulhouse, 1870; in-8°.

Description d'un navire aérien pouvant servir à une locomotion atmosphérique; par M. R. COURTEMANCHE. Paris, sans date; in-8°.

The... *Almanach nautique et éphémérides astronomiques pour l'année 1874, avec un appendice contenant les éléments des éphémérides de Cérès, Pallas, Junon, Vesta et Astrée.* Londres, 1870; in-8°.

Local... *Renseignements locaux concernant le passage de Vénus sur le disque*

solaire. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait de l'*Almanach nautique*, 1874.)

On a cause... *Sur une cause d'erreur dans les expériences électroscopiques; par* M. Ch. WHEATSTONE. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Proceedings of the Royal Society*, n° 119; 1870.)

Experiments... *Expériences sur la polarisation successive de la lumière, avec la description d'un nouvel appareil de polarisation; par* M. Ch. WHEATSTONE. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Proceedings of the Royal Society*, n° 127; 1871.)

Schweizerische... *Observations météorologiques de Suisse publiées par l'Établissement central météorologique de la Société des Naturalistes suisses, sous la direction de* M. R. WOLF; *juin à décembre* 1869, *janvier-février* 1870. Zurich, 1869-1870; in-4°.

Register... *Table des tomes LI à LX des Comptes rendus de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles de l'Académie impériale des Sciences de Vienne, VI.* Vienne, 1870; in-8°.

Natuurkundig... *Journal d'Histoire naturelle pour les Indes néerlandaises, publié par la Société d'Histoire naturelle des Indes néerlandaises,* t. XXIX, XXX, XXXI. Batavia, 1867 et 1870; 3 vol. in-8°.

Verhandelingen... *Mémoires de la Société des Arts et des Sciences de Batavia,* t. XXXIII. Batavia, 1868; in-4°.

Tentativo... *Essai d'une biographie de G.-B. Della-Porta et d'une exposition de sa magie naturelle; par* M. G. PALMIERI. Salerne, 1871; in-8°.

Atti... *Actes et Mémoires de l'Académie royale virgilienne de Mantoue,* 2e année, 1869-1870. Mantoue, 1871; in-8°.

Communicazioni... *Communications du Laboratoire de Chimie générale de l'Université royale de Sienne, dirigé par* M. G. CAMPANI. *Le manganèse dans le sang*. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait de la *Gazette chimique italienne*, t. I, 1871.)

Bullettino... *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. IV, janvier 1871. Rome, 1871; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1871.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 2, 1871; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; janvier-février 1871; in-8°.

Annales du Génie civil; août 1870; in-8°.

Annales industrielles; 22e livraison; 1871; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n° du 30 juillet 1871; in-8°.

Atti del reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti; t. XVII, 7e cahier, Milan, 1871; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 163, 1871; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; nos 17 à 41, 1871; in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; nos des 15 et 30 juin et 15 juillet 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. IV, nos 6 à 11, 1870; t. V, nos 1 à 5, 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; nos 6 et 7, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e, 3e et 4e trimestres 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; novembre et décembre 1870; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; octobre et novembre 1870; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 30 juin, 15 et 30 juillet 1871; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 19 juin au 31 juillet 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. V, nos 6 à 10, 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VI, nos 1 à 12; t. VII, nos 3 et 4, 1871; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 1 à 5, 2e semestre 1871; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique; n° 7, 1871; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 23 à 58, 1871; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 26 à 31, 1871; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* novembre 1870; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 41 à 46, 1871; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; septembre à décembre 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 116 à 121, 1871; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; janvier à mai 1871; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 13 à 15, 1871; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; décembre 1870 et janvier 1871; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril à juin 1871; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n^{os} de septembre 1870 et juillet 1871; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 11 à 16, 1871; in-fol.

L'Abeille médicale; n°s 19 à 24, 1871; in-4°.

L'Aéronaute; avril et juin 1871; in-8°.

Le Gaz; n° 1 avec supplément, 1871; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 14, 1871; in-4°.

Le Mouvement médical; n° 37, 1871; in-4°.

Les Mondes; n^{os} des 6, 13, 20 et 27 juillet 1871; in-8°.

L'Imprimerie; juillet 1871; in-4°.

Le Salut; n°s 9 à 23, 1871; in-fol.

Magasin pittoresque; mars et avril 1871; in-4°.

Marseille médical; n^{os} des 20 juin et 20 juillet 1871; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 8, 1871; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; juillet et août 1871; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 10 à 27, 1870; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mars à mai 1871; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; nos 1 à 7, 1871; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; octobre 1870 à juillet 1871; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 1 à 5, 1871; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; octobre à décembre, 1870; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos des 1 et 15 juin et 15 juillet 1871; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 août 1871.)

Page 367, ligne 3 de la note, en remontant, *au lieu de* ce grand mouvement de l'industrie humaine, *lisez* ce grand monument de l'industrie humaine.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AOUT 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Dosages des acides nitreux et nitrique dans l'eau de pluie;* *par* M. Chabrier.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Le dosage des acides nitreux et nitrique dans l'eau de pluie forme le complément naturel des expériences que j'ai faites sur la présence et le rôle de l'acide nitreux dans le sol. Ces dosages éclairent et confirment, avec une singulière netteté, les résultats obtenus en soumettant aux mêmes expériences les terres, les limons et les eaux d'irrigation.

Dosages des acides nitreux et nitrique dans la pluie (1).

DATES DES PLUIES.	ACIDE NITREUX.	ACIDE NITRIQUE.		OBSERVATIONS.
22 janvier 1870.	0,295	Total par distillation...... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	0,426 0,419 0,007	Pluie tombée du 21 au soir au 22 à 6h du matin. Vent du N. Le papier dit *ozonométrique* avait atteint le n° 18 de l'échelle.
31 janvier 1870.	0,154	Total par distillation ..... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	0,224 0,219 0,005	Pluie abondante de 10h du matin à 5h du soir. Vent de N.-E. Le papier ozonométrique a varié de 15° à 17°, du matin au soir.

(1) Les dosages sont rapportés à 1 litre d'eau, et sont comptés en milligrammes. Toutes les pluies, sauf les dernières, ont été observées à Saint-Chamas.

DATES DES PLUIES.	ACIDE NITREUX.	ACIDE NITRIQUE.		OBSERVATIONS.
Du 3 au 4 févr. 1er essai sur 1 litre réduit à 40cc.	0,855	Total par distillation...... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	1,250 1,215 0,035	Pluie tombée dans la journée du 3, par petites ondées. Accompagnée de tonnerre dans la nuit suivante, où elle a été très-forte. Elle a continué dans la journée du 4. Vent d'E. d'abord, tourné ensuite au N. Le papier ozométrique, resté plusieurs jours entre 13° et 15°, s'est élevé à 19° dans la nuit du 2 au 3, et s'est maintenu à ce point jusqu'à la fin de la nuit suivante.
Id. 2e essai sur 1 litre réduit à 55cc.	0,874	Total par distillation..... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	1,275 1,241 0,034	
Id. 3e essai sur 3 lit. réduits à 60cc.	0,842	Total par distillation...... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	1,206 1,196 0,010	
5 févr. 1870. 1 litre réduit à 20cc.	0,782	Total par distillation...... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	1,150 1,111 0,039	Continuat. de la pluie précédente. Vent de N.-E. Le papier ozonom., presque noir, correspondait au 20e degré de gamme divisée en 21 parties.
Du 29 au 30 mars 1870.	0,836	Total par distillation...... Transform. de l'ac. nitreux. Différence en moins....	1,066 1,037 0,029	Pluie fine. Le vent soufflait du N.-O. Le papier ozonométrique marquait 16°.
7 avril 1870.	0,00	Par distillation...........	2,763	Pluie accompagnée de vent de N.-E. Le papier ozonométrique marquait 12° le 6 au soir; le lendemain, à pareille heure, 17°.
6 juin 1870.	0,00	Par distillation...........	0,746	Pluie très-abondante après une période de sécheresse et de chaleur. Le papier ozonométrique marquait 7° le matin, et 15° vers le soir. Vent de N.
7 juin 1870.	0,312	Total par distillation ..... Transform. de l'ac. nitreux. Ac. nitrique préexistant.	1,266 0,436 0,830	Petite pluie. Vent de N.-E. Le papier ozonométrique marquait la veille 12°, le jour à 6h du matin 15°, le soir 17°, redescendu le lendemain à 16°.
Du 9 au 10 juin 1870.	0,154	Total par distillation..... Transform. de l'ac. nitreux. Ac. nitrique préexistant.	1,372 0,219 1,159	Pluie abondante, du 9 à 5h du soir au 10 à 7h du mat. Vent de N.-E. Le papier ozonométrique marquait 14° avant la pluie; monté à 17°, il est retombé à 12° après la pluie.
12 juillet 1870.	0,219	Total par distillation..... Transform. de l'ac. nitreux. Préexistant............	0,964 0,311 0,653	
A partir de ce moment, la série des observations faites à Saint-Chamas a été interrompue.				
Pluie. 8 janv. 1869. Constantine (Algérie).	0,987	Total par distillation ..... Transform. de l'ac. nitreux. Préexistant............	4,152 1,402 2,750	Cette eau de pluie a été conservée pendant deux ans dans des flacons bien bouchés.
Neige. 17 mars 1871. Langres.	0,732	Total par distillation...... Transform. de l'ac. nitreux. Préexistant............	4,440 1,040 3,400	Ces résultats sont tout à fait d'accord avec ce que l'on sait des propriétés fécondantes de la neige.
Pluie. 11 avril 1871. Saint-Chamas.	0,690	"	"	

» Ainsi que je l'avais annoncé en terminant l'examen des résultats consignés dans le 4e tableau, les expériences analysées dans le 5e mettent en évidence un fait important, savoir que *le composé oxygéné de l'azote contenu dans l'eau de pluie, loin d'être toujours de l'acide nitrique, comme on le suppose généralement, n'est, en réalité, pendant une partie de l'hiver, et presque toute la durée du printemps* à peu près, *que de l'acide nitreux*.

» L'acide nitrique constamment et *exclusivement accusé par les dosages* connus jusqu'ici, provient, en totalité dans un certain nombre de cas, en partie dans les autres, de la suroxydation de l'acide nitreux. Cette suroxydation est la conséquence nécessaire de toutes les méthodes employées pour doser l'acide nitrique en présence des matières organiques. Elle induit en erreur quand on n'a pas préalablement et directement dosé l'acide nitreux.

» C'est donc surtout à l'état d'acide nitreux, et probablement sous forme de nitrite d'ammoniaque, que l'azote est apporté à la terre, par les pluies, pendant une partie de l'année. Cette forme est d'ailleurs mieux appropriée que toute autre, sous certains rapports, aux besoins de la végétation embryonnaire, et je démontrerai, dans la suite de ce travail, que les solutions des nitrites sont particulièrement aptes à dissoudre les substances que les plantes naissantes demandent à la terre.

» Je me suis appliqué à suivre, autant que possible, cette solution nitreuse à travers les couches de la terre qu'elle humecte, à déterminer sa répartition dans le sol, à rechercher les modifications qu'elle y subit et les actions qu'elle y exerce, à déterminer ce qu'elle apporte à la terre et ce qu'elle lui enlève, à interpréter enfin, en m'appuyant sur des expériences directes, les divers résultats qui viennent d'être exposés.

» La pluie, on vient de le voir, contient, en tombant sur le sol, au moins pendant les premiers mois de l'année, des quantités d'acide nitreux qui varient de $0^{mg},7$ à $0^{mg},8$ par litre; elle renferme, en même temps, des quantités d'ammoniaque à peu près équivalentes, c'est-à-dire de $0^{mg},30$ à $0^{mg},35$, enfin très-peu d'acide nitrique. On peut donc, avec toute probabilité, admettre que, durant cette période de l'année, l'azote est apporté à la terre par la pluie, sous forme de nitrite d'ammoniaque. Il résulte d'ailleurs d'une série d'observations de trente-trois ans, qu'il tombe annuellement, en Provence, de $0^{mg},51$ à $0^{mg},52$ d'eau, c'est-à-dire à peu près la même quantité qu'à Paris; seulement, cette quantité est répartie entre cinquante jours environ, au lieu de l'être en cent-cinquante, comme cela se passe dans cette dernière région. Enfin, l'évaporation très-active, quoique en partie compensée par la rosée, atteint 1 mètre environ.

» En admettant que l'épaisseur moyenne du sol arable soit de $0^{m},30$, le volume de terre végétale contenue dans un hectare est de 3 000 000 litres, entre lesquels se répartiraient annuellement les 5 100 000 litres d'eau qui tombent à la surface, si la violence torrentielle des pluies n'en entraînait pas le plus souvent une grande partie dans les cours d'eau.

» En réduisant aux deux tiers de l'eau tombée la portion qui peut être absorbée par le sol, un hectare de terre arable recevrait directement, de la pluie, environ $3^{kg},75$ d'acide nitreux, correspondant à $5^{kg},43$ de nitrite d'ammoniaque, lesquels se partageraient entre les 3 000 000 litres de terre que cette surface contient, et laisseraient, pour la part de chacun d'eux, $1^{mg},81$ d'acide nitreux, soit par kilogramme de terre environ $1^{mg},52$, le poids d'un litre des terres sur lesquelles j'ai opéré étant en moyenne de $1^{kg},193$.

» Quant aux terrains privilégiés qui profitent des irrigations pendant six mois de l'année, à raison d'un jour par semaine en moyenne, on peut admettre que, pendant les périodes d'irrigation, ils reçoivent par hectare, en vingt-quatre heures, 1 000 000 litres d'eau, soit pour la durée totale des arrosages 25 000 000 litres, qui, à raison de $0^{mg},25$ d'acide nitreux par litre, apportent à un hectare de terre ainsi arrosée $6^{kg},25$ d'acide nitreux en nombres ronds, c'est-à-dire un peu plus de 2 milligrammes par décimètre cube, soit environ $1^{mg},70$ par kilogramme. Cet apport, ajouté à celui de la pluie, représente donc, pour chaque kilogramme de terre arrosée régulièrement, une part annuelle de $3^{mg},20$ d'acide nitreux.

» Il s'agit, on le voit, de quantités bien faibles; mais, si faibles que soient ces quantités, elles ne sont pas sans influence sur la végétation, comme je le démontrerai prochainement.

» Une fois déposé dans le sol, le nitrite d'ammoniaque se trouve en prise à diverses actions, et détermine certains effets, dont je me suis appliqué à rechercher la nature et l'intensité par des expériences directes qui seront exposées dans une prochaine Communication. »

M. Tardieu adresse, pour le concours du prix Chaussier, quatre ouvrages relatifs à diverses questions de médecine légale (*voir plus loin*, à la *Bibliographie*), et joint à cet envoi une Note manuscrite, indiquant les points sur lesquels il désire attirer spécialement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Pettigrew** adresse, pour concourir à l'un des prix décernés par l'Académie, un Mémoire sur la « physiologie des ailes ».

(Renvoi au Concours du prix de physiologie expérimentale.)

M. **Ozanam** adresse une Note concernant le traitement de la pourriture d'hôpital par le camphre. Suivant lui, le camphre n'aurait pas toujours la même efficacité, ce qu'il faudrait attribuer, sans doute, à ce que la maladie n'est pas toujours identique.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. G. **Pouchet** adresse le complément d'un Mémoire présenté précédemment par lui, concernant « l'action de la lumière sur les larves de Diptères ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Brachet** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui dans la séance précédente, et contenant une nouvelle Note relative à ses recherches sur l'application de la lumière électrique à l'éclairage.

Cette Note sera renvoyée à la Commission nommée pour examiner les nombreuses Communications de l'auteur sur ce sujet.

M. J. **Wallace** adresse une Note relative au choléra, ses causes et son traitement.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. L. **Respighi** adresse une Lettre importante sur ses derniers travaux relatifs aux protubérances solaires.

Cette Lettre est renvoyée à l'examen de la Section d'Astronomie.

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Discours prononcé aux funérailles de M. *Legrand*, ancien professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Montpellier, par M. *Combescure* : ce Discours est adressé à l'Académie par M. *Quicherat*;

2° Une brochure de M. *Leymerie,* portant pour titre : « Explication d'une coupe transversale des Pyrénées françaises, passant par Luchon et Montréjeau, comprenant le massif de la Maladetta, avec projection du versant gauche des vallées de la Pique et de la Garonne ».

M. Élie de Beaumont, en présentant cet ouvrage à l'Académie, fait remarquer que la coupe géologique dont il s'agit emprunte un caractère de précision tout spécial à la conservation d'une même échelle pour les dimensions verticales et horizontales.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, adressée à M. le Président par M. *d'Abbadie de Barrau,* député à l'Assemblée nationale :

« L'émotion bien légitime occasionnée dans le pays par les incendies qui ont désolé la capitale s'est manifestée par un sentiment général d'hostilité contre le pétrole, et des pétitions ayant pour but d'en restreindre l'emploi ou d'en mieux réglementer le commerce ont été adressées à l'Assemblée nationale.

» La Commission chargée de cette étude, convaincue, après l'examen le plus approfondi, que les règlements qui régissent la matière ne laissent à peu près rien à désirer, a dirigé toute son attention sur le seul point susceptible, à ses yeux, d'un progrès réclamé par la sécurité publique, c'est-à-dire le degré d'ininflammabilité que l'état actuel de la science permet d'exiger du commerce. Jusqu'à ce jour, le Gouvernement s'est contenté de 35 degrés centigrades, chiffre très-inférieur à celui qui est exigé en Amérique, et complétement insuffisant pour réduire à des proportions raisonnables les chances de danger que présente ce mode d'éclairage.

» Pendant que la Commission se livrait à l'examen de cette question, M. Granier est venu nous dire que, grâce à son système de distillation, le degré d'ininflammabilité du pétrole pouvait être porté à 60 degrés, au minimum, sans perte pour le fabricant, indépendamment de l'avantage d'utiliser, dans la proportion de 20 pour 100, les huiles lourdes qui peuvent être brûlées dans les lampes modérateurs ordinaires, sans fumée ni odeur.

» En présence de l'affirmation de résultats si désirables, le président de la Commission m'a chargé d'en faire la constatation. Je me suis donc rendu chez l'inventeur, et j'ai suivi les diverses phases de l'opération dont voici le résultat :

» 100 grammes de pétrole brut ont été mis dans une simple cornue de verre, sans ser-

pentin ni réfrigérant, placée au-dessus d'une lampe à esprit-de-vin. La distillation totale a duré deux heures et quelques minutes, et a donné les produits suivants :

14 pour 100 d'essence, pesant 600 grammes par litre ;
60 pour 100 d'essence ordinaire, pesant 800 grammes par litre;
20 pour 100 d'huile lourde claire, bonne à brûler;
6 pour 100 de perte, dont 4 pour 100 imputables au vice de l'appareil.

» Comme je n'avais pas le temps de suivre l'opération du traitement de l'essence par l'acide, M. Granier m'a promis de m'envoyer, le lendemain, le produit ainsi épuré, avec le petit appareil d'essai d'inflammabilité. Le thermomètre s'est tenu entre 156 et 158 degrés F., c'est-à-dire au-dessus de 65 degrés C., sans que le liquide ait pris feu. Je l'ai remplacé par du pétrole du commerce, qui s'est enflammé à 100 dégrés F., soit 37 degrés C.

» Le fait est donc constaté, et il ne reste à la Commission que le devoir de le signaler au Gouvernement, en lui donnant l'appui d'une autorité compétente. C'est pourquoi la Commission me charge de vous prier d'examiner ce qu'il y a de fondé dans les affirmations diverses de M. Granier. »

M. H. Sainte-Claire Deville, après avoir entendu cette lecture, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« La Lettre de M. d'Abbadie de Barrau, que l'Académie m'a fait l'honneur de me transmettre, donne avec une telle clarté la description des procédés employés par M. Granier pour la distillation des pétroles, qu'il est facile de faire comprendre l'importance qui s'attache à la solution du problème énoncé.

» Les huiles de pétrole sont un mélange, à proportions variables, d'hydrogènes carbonés, liquides ou gazeux, dont les points d'ébullition varient de -4 degrés à $+500$ degrés et plus. On peut, par l'alambic, diviser ces produits en trois catégories : les essences ou huiles très-volatiles, les huiles lampantes, et enfin les huiles lourdes.

» M. Granier prétend rendre les huiles lampantes un peu moins hétérogènes et susceptibles d'être employées avec moins de danger dans les lampes à pétrole le plus fréquemment employées. De plus, il a trouvé le moyen de brûler, dans les modérateurs ordinaires, les huiles lourdes sans odeur ni fumée.

» Des expériences peuvent seules établir la nature et la valeur des progrès annoncés, et rien n'est plus facile, avec les instruments que je possède à l'École Normale, que d'en constater la valeur. Il ne faut pas se dissimuler pourtant que bien des essais ont été tentés dans cette direction, que le Comité des Arts et Manufactures a examiné la question avec un soin minutieux, pour préparer un projet de loi, qui est arrivé jusqu'à l'ancien Conseil d'État.

» Malgré cela, et en présence des résultats annoncés par M. d'Abbadie de Barrau, l'Académie pensera sans doute qu'il est utile de nommer une Commission chargée d'examiner la question posée par l'honorable député à l'Assemblée nationale. »

Conformément à la proposition faite par M. H. Sainte-Claire Deville, l'Académie décide que les diverses questions se rattachant à l'emploi du pétrole seront soumises à l'examen d'une Commission spéciale. Cette Commission sera composée de MM. Dumas, Combes, H. Sainte-Claire Deville.

PHYSIQUE. — *Sur quelques expériences relatives à la transformation de la force vive en chaleur.* Note de **M. P. Volpicelli.**

« On a publié qu'on obtient un abaissement de température lorsque, après avoir comprimé de l'air dans un récipient convenable, on l'en fait sortir pour le faire arriver contre une face de la pile thermo-électrique.

» Pour vérifier ce fait, j'ai comprimé de l'air jusqu'à 4 atmosphères, dans un récipient cylindrique : après que la chaleur produite par la compression fut dissipée, je fis arriver cet air, par l'ouverture d'un robinet, contre l'une des faces de la pile thermo-électrique, mise en communication avec un galvanomètre *à réflexion*. On obtint alors *trois* résultats différents et notables, et non pas *un* effet toujours constant. Si l'origine du courant d'air était assez voisine de la face heurtée de la pile, on avait une augmentation de température. Si cette même origine était éloignée de cette face, d'une quantité suffisante, on avait un abaissement de température. Si enfin cette même origine se trouvait à une distance intermédiaire entre les deux précédentes, la variation de température était nulle : c'est-à-dire que, dans ce cas, l'image réfléchie par le miroir fixé sur l'aiguille astatique, restait immobile.

» On obtint aussi ces trois résultats différents, contrairement à ce qui avait été dit, en poussant de l'air contre une face de la pile, au moyen d'un soufflet ordinaire. Cependant l'augmentation, aussi bien que la diminution de température, furent moins intenses que dans l'expérience précédente : cela tient à la faible compression de l'air poussé par les ailes du soufflet.

» J'ai obtenu les trois mêmes résultats, mais avec moins d'intensité, en poussant l'air au moyen d'un ventilateur à force centrifuge, avec lequel l'air est très-peu comprimé.

» Ces trois résultats sont une conséquence nécessaire de la théorie

moderne de la thermodynamique. En effet, dans ces expériences, les causes desquelles dépendent les variations de température sont au nombre de trois. L'une consiste dans la destruction de la force vive de l'air, ou travail *extérieur;* l'autre consiste dans le travail *intérieur,* exécuté par les molécules de l'air, qui doivent se condenser dans les pores des métaux de la pile; la troisième consiste dans un travail, également *intérieur,* exécuté par ces molécules, lesquelles doivent se raréfier pendant leur trajet. Les deux premières causes produisent un accroissement, et la troisième un abaissement de température.

» Cela étant, on voit que l'on devra avoir l'un des trois résultats que j'ai obtenus, selon que les effets des deux premières causes seront, ou plus grands, ou plus petits, ou égaux, relativement à l'effet inverse de la troisième cause.

» En éloignant successivement la source du jet d'air, on rencontre d'abord un zéro d'augmentation de température, et ensuite une diminution; si l'on continue d'éloigner, l'abaissement de température devient nul à son tour. D'où nous devons conclure qu'entre ces deux distances, correspondantes à une variation de température nulle, doit se trouver un *maximum* dans la diminution de température manifestée par la pile.

» S'il était possible de lancer l'air contre la pile, sans qu'il fût comprimé, et par conséquent sans que son jet pût se raréfier, on aurait toute la chaleur produite par les *deux* premières des trois causes indiquées. Ces conditions ne sont pas réalisables, parce que l'air, étant lancé, doit toujours recevoir une compression, suivie d'une raréfaction.

» Pour démontrer à un auditoire nombreux, d'une manière nouvelle, que la force vive détruite se transforme en chaleur, j'ai lancé, au moyen d'un fusil à vent, contre un mur, à la distance de 10 mètres, une balle de phosphore : dans cette expérience, la balle s'allume seulement à l'instant du choc et non pas dans son trajet à travers l'air.

» J'ai, dans une seconde expérience, installé un thermomultiplicateur à réflexion, et j'ai fait tomber la pile thermo-électrique sur un corps solide, de manière que les soudures d'une de ses faces vinssent choquer contre ce corps. On voit alors que l'image réfléchie par le petit miroir parcourt plusieurs degrés sur une échelle placée loin de la pile, indiquant ainsi une augmentation de température. Cette expérience est plus rapide et plus simple que celle qui a été publiée, dans laquelle on fait tomber un corps plusieurs fois d'une certaine hauteur, et on le met ensuite en contact avec la pile. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles contributions à l'histoire du carbone;* *par* **M. Berthelot**.

« Depuis la publication de mes recherches sur les états du carbone et les relations qu'ils présentent avec ses combinaisons (*Annales de Chimie,* 1870), j'ai eu occasion d'examiner quelques échantillons nouveaux dont l'étude offre de l'intérêt.

» I. *Carbone de la météorite de Cranbourne.* — On a trouvé à Cranbourne, près Melbourne (Australie), une masse de fer météorique qui offre, dans sa composition et dans sa structure, des particularités singulières, signalées par M. Reichenbach et par divers autres observateurs. Elle contient, entre autres, des fragments de pyrite et une certaine proportion de carbone amorphe, que les observateurs ont assimilé au graphite. M. Maskelyne, professeur au British Museum, qui a publié des recherches fort originales sur les météorites, et notamment sur celle de Cranbourne, appela mon attention sur la matière charbonneuse qu'elle renferme, et voulut bien en mettre à ma disposition une quantité suffisante pour l'étude. Je dois le re mercier ici très-vivement de la libéralité, rare chez les possesseurs d'objets exceptionnels, avec laquelle il m'a remis des échantillons déjà triés et séparés en vue de ses propres recherches sur cette précieuse météorite.

» Le carbone de la météorite de Cranbourne est-il réellement du graphite, identique par sa constitution :

» Avec le graphite cristallisé qui se sépare de la fonte?

» Ou bien avec le graphite naturel, lequel se distingue du graphite de la fonte par certains caractères et réactions, d'après mes observations?

» Est-il, au contraire, analogue :

» Soit au carbone amorphe, qui se sépare du fer ou du manganèse carburés, quand on les dissout dans les acides, lequel carbone ne renferme que des traces de graphite proprement dit?

» Soit au prétendu graphite artificiel des cornues à gaz, lequel n'est point un graphite véritable, comme je l'ai démontré?

» Soit encore à la matière charbonneuse de la météorite d'Orgueil, laquelle ne renferme point de graphite, mais se rapproche des produits charbonneux fournis par la décomposition des matières organiques?

» Ce sont là des questions qui m'ont paru mériter examen, car leur solution peut jeter quelque jour sur les conditions dans lesquelles le fer météorique de Cranbourne a été formé, sur la température à laquelle il a été

soumis, sur les réactions ultérieures qu'il a éprouvées, ainsi que sur l'origine même du graphite naturel en général.

» J'ai traité le carbone amorphe de la météorite de Cranbourne, d'abord par l'acide nitrique seul, pour en séparer la pyrite mélangée, puis par un mélange d'acide nitrique fumant et de chlorate de potasse. Au bout de deux traitements, j'ai obtenu un oxyde graphitique verdâtre, identique de tout point, par ses propriétés et ses réactions distinctives, avec l'oxyde du graphite cristallisé de la fonte; mais distinct de l'oxyde de la plombagine.

» Il résulte de cette expérience que le carbone amorphe de la météorite de Cranbourne doit être envisagé, suivant toute vraisemblance, comme du carbone dissous par le fer en fusion et séparé de la masse solidifiée par un refroidissement très-rapide. On pourrait encore attribuer sa formation et son association avec la pyrite à la réaction du sulfure de carbone sur le fer incandescent, attendu que le sulfure de carbone fournit précisément du graphite amorphe par sa décomposition.

» En tout cas, le carbone de la masse de Cranbourne a dû prendre naissance sous l'influence d'une température très-élevée. Il ne dérive ni de l'oxyde de carbone décomposé par le fer (*voir* plus bas), ni du carbone combiné au fer et isolé à froid par la dissolution du métal dans quelque réactif; car ce carbone ne fournit en général que des traces de graphite véritable. Il s'éloigne encore davantage du carbone de la météorite d'Orgueil, ce dernier étant probablement d'origine organique, et en tout cas exempt de graphite.

» II. *Carbone de l'oxyde de carbone décomposé par le fer.* — M. Gruner, professeur à l'École des Mines de Paris, a publié récemment (1), dans ce Recueil, des recherches très-remarquables sur la décomposition de l'oxyde de carbone par le fer et l'oxyde de fer, à une température relativement peu élevée. Cette réaction donne lieu à la séparation d'une grande quantité de carbone amorphe. M. Gruner, avec une obligeance parfaite, m'a remis un échantillon du carbone qu'il avait obtenu, pour en rechercher la véritable constitution.

» J'ai soumis ce carbone à l'action de l'acide nitrique et du chlorate de potasse. Il s'est dissous à peu près complétement, à la suite de traitements réitérés, et à la façon du carbone combiné dans le fer et le manganèse; il a laissé de même une trace d'oxyde graphitique.

(1) T. LXXIII, p. 287.

» Les faits que je viens de décrire ou de rappeler fournissent des données et des limites nouvelles au problème si obscur de l'origine du graphite naturel ou plombagine. En effet, le graphite naturel ne provient pas, en général, de la transformation de masses de fer, météoriques ou non; car il diffère à la fois du graphite cristallisé de la fonte, par ses réactions chimiques, et du carbone amorphe combiné dans le fer, lequel n'est point du graphite, au moins dans sa masse principale.

» Le graphite naturel ne dérive pas davantage de l'anthracite ou des matières organiques transformées dans des conditions connues, soit à la température ordinaire, soit à une température plus élevée; car ni l'anthracite ni les matières charbonneuses organiques, avant ou après calcination, ne fournissent d'oxyde graphitique. Pour les changer en graphite, il faut recourir à la température excessive qui se développe dans l'arc électrique; ou bien dans la combustion vive, quoique incomplète, d'une masse charbonneuse : encore cette dernière action ne fournit-elle que des traces de graphite. On obtient encore du graphite, et en abondance, par la décomposition ignée du sulfure et du chlorure de carbone, mais non par celle des hydrogènes carbonés.

» Telles sont les données nouvelles que l'expérience apporte au problème de l'origine du graphite naturel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau réactif de l'alcool; par* **M. Berthelot.**

« Dans les recherches de chimie organique, on a fréquemment besoin de reconnaître avec certitude l'existence d'une petite quantité d'alcool dissoute dans une grande quantité d'eau. Pour éviter la lenteur des distillations, on se borne parfois à constater l'existence d'un corps volatil, inflammable et susceptible de réduire l'acide chromique, ce qui n'est pas suffisant. J'ai eu occasion d'observer la réaction suivante, beaucoup plus caractéristique.

» Le chlorure benzoïque, $C^{14}H^{5}ClO^{2}$, mis en présence de l'eau froide ou même tiède, n'est décomposé qu'avec une grande lenteur; mais, si cette eau renferme de l'alcool, il se forme aussitôt de l'éther benzoïque, qui se rassemble dans l'excès du chlorure benzoïque. On le rend manifeste en chauffant une goutte de ce dernier avec une solution aqueuse de potasse, laquelle dissout presque aussitôt le chlorure acide, sans agir d'abord sur l'éther. La réaction est très-sensible en opérant sur 20 à 25 centimètres cubes d'eau qui renferme un centième d'alcool. Même avec un millième d'acool

et quelques centimètres cubes de liqueur, l'odeur de l'éther est encore très-manifeste.

» Cette réaction offre l'avantage de pouvoir être constatée en peu de temps et sans distillation.

» A un point de vue plus général, elle offre une nouvelle preuve de l'équivalence entre la constitution de l'éther benzoïque et celle du chlorure, équivalence manifestée par l'affinité élective dudit chlorure pour l'alcool, même en présence de l'eau. L'ammoniaque donne lieu à la même remarque que l'alcool; car j'ai observé que le chlorure benzoïque, mis en contact à froid avec une solution étendue d'ammoniaque, donne naissance au benzamide, de préférence au benzoate d'ammoniaque. »

CHIMIE. — *Note relative à un sous-chlorure de silicium, à l'occasion de la Note de MM.* Troost *et* Hautefeuille, *sur la volatilisation apparente du silicium.* Note de **M. C. Friedel**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note intéressante sur la volatilisation apparente du silicium, MM. Troost et Hautefeuille annoncent qu'ils ont réussi à isoler un sous-chlorure de silicium en faisant réagir le chlorure de silicium sur le silicium fondu.

» Ayant obtenu, de mon côté, par un procédé différent, un pareil sous-chlorure, qui est peut-être identique avec celui de MM. Troost et Hautefeuille, et ayant été interrompu dans mes recherches par les douloureux événements que nous venons de traverser, je demanderai la permission à l'Académie de lui soumettre une partie de ce travail encore imparfait, afin de réserver mes droits à sa continuation.

» J'ai obtenu, il y a deux ans, et étudié avec M. A. Ladenburg (1), un iodure de silicium Si^2I^6, qui formait le premier terme connu de ce que nous avons appelé la *série éthylique du silicium.* Dans ce composé, deux atomes de silicium se saturent réciproquement en partie, tout à fait comme le font deux atomes de carbone dans l'hydrure d'éthyle. Cet hexa-iodure de silicium a été obtenu en chauffant à 280 ou 300 degrés le tétra-iodure de silicium SiI^4, avec de l'argent pulvérulent obtenu par réduction du chlorure :

$$SiI^4 + 2\,Ag = Si^2I^6 + 2\,AgI.$$

» L'hexa-iodure de silicium n'est pas volatil sans décomposition; il se

(1) *Comptes rendus,* t. LXVII, p. 920.

dédouble à la distillation en tétra-iodure et en un sous-iodure fixe. Mais nous avons réussi à le transformer en un dérivé éthylique, dont la composition et la densité de vapeur répondent à la formule $Si^2(C^2H^5)^6$.

» Je rappellerai encore que l'action de l'eau sur l'hexa-iodure de silicium nous a fourni un composé $Si^2O^4H^2$, que nous avons appelé *hydrate silici-oxalique*, et qui a la propriété de se dissoudre dans la potasse avec dégagement d'hydrogène et formation de silicate de potasse.

» Lorsqu'on chauffe l'hexa-iodure de silicium avec du bichlorure de mercure, il se produit une vive réaction, et il distille un produit qui renferme, avec du tétrachlorure de silicium, un autre chlorure, beaucoup moins volatil, qui se dissout dans la potasse avec dégagement d'hydrogène.

» D'après son mode de formation, c'est l'hexachlorure Si^2Cl^6. Depuis quelques jours j'ai repris l'étude de ce composé.

» Nous avions cherché, dans un grand nombre d'expériences, à réaliser sa production, M. Ladenburg et moi. C'est dans cette série de recherches que nous avons obtenu l'oxychlorure de silicium Si^2OCl^6 (1). Nous avons remarqué, en outre, un certain nombre de faits qui sont tout à fait d'accord avec ceux qu'ont décrits MM. Troost et Hautefeuille.

» Ayant fait passer pendant plusieurs heures du chlorure de silicium sur du silicium cristallisé, chauffé, dans un tube de porcelaine, à une température un peu inférieure à la fusion de cet élément, nous avons trouvé, dans les parties froides du tube, de jolis cristaux aciculaires de silicium, qui s'étaient condensés là, sans doute, par un procédé de combinaison et de décomposition successives pareil à celui que M. H. Sainte-Claire Deville a fait connaître pour l'oxyde de fer et l'acide chlorhydrique.

» De plus, le contenu du tube, sans fondre, s'était aggloméré en une masse fort dure; il y avait eu probablement là aussi cristallisation et soudure des cristaux de silicium par le dépôt cristallin nouveau.

» Ces masses de silicium étaient assez cohérentes et assez conductrices de l'électricité pour s'être trouvées propres à servir, en guise de charbons, dans une expérience analogue à celle qui a fourni à M. Berthelot l'acétylène par l'action de l'hydrogène sur le charbon rendu incandescent par le contact de la pile. L'expérience a donné un résultat négatif, et cela n'a rien qui puisse surprendre, car j'ai constaté, depuis, que l'étincelle électrique décompose complétement l'hydrogène silicé. Les deux pôles de silicium, lorsqu'on les rapprochait beaucoup, fondaient facilement par points

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 539.

et se recouvraient, en outre, d'une poudre brune de silicium amorphe analogue à celle qui a été observée par MM. Troost et Hautefeuille. Comme on opérait dans un courant d'hydrogène, il semble naturellement qu'il y a eu là simple volatilisation du silicium. Néanmoins il n'avait pas été pris assez de précautions spéciales pour la purification de l'hydrogène, pour qu'il soit permis d'affirmer qu'il n'y avait pas des traces de chlore agissant par combinaison et décomposition successives. Peut-être aussi l'hydrogène lui-même peut-il intervenir ainsi et donner naissance à une combinaison qui se détruit lorsque les circonstances de température ou de milieu changent, ainsi que cela a lieu nécesssairement à une faible distance des charbons? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les pétroles du Bas-Rhin.* Note de **M. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« On exploite les bitumes du département du Bas-Rhin dans les mines de Schwabwiller, de Péchelbronn et de Lobsann. La mine de Schwabwiller est la seule qui fournisse, tout formés, des carbures saturés bouillant à basse température, analogues aux huiles de pétrole américaines, tandis qu'à Lobsann on ne trouve qu'un bitume presque solide. La mine de Péchelbronn fournit un produit visqueux, de couleur noire, dont la densité varie de 0,90 à 0,97. On en a retiré différents principes immédiats : le plus volatil est le pétrolène, décrit par M. Boussingault; la portion principale est composée d'huiles très-denses (0,89 à 0,94), inattaquables par l'acide sulfurique. Par des dissolvants appropriés, on a pu isoler : de la paraffine, une résine incolore et solide, découverte par M. Brustlein, et une matière noire oxygénée, résistant à la plupart des agents chimiques, insoluble dans l'éther et dans les carbures volatils. L'étude de quelques-unes de ces matières fera l'objet d'un autre Mémoire.

» Dans les distillations que les produits bruts subissent avant d'être livrés au commerce, une partie des principes immédiats de l'huile vierge se détruit, en donnant du charbon et des huiles volatiles, dont on a étudié la composition. On a pu se procurer des quantités notables de produits distillant avant 70 degrés, qu'on a soumis à des fractionnements réguliers dans des appareils munis de serpentins à reflux maintenus à une température constante; les liquides se sont accumulés d'un côté entre 60 et 70 degrés, de l'autre entre 30 et 40 degrés. Ce sont des mélanges de carbures éthyléniques et forméniques; leur densité est de 0,01 environ supérieure à celle

du carbure saturé qu'ils renferment. Si on les traite par l'acide sulfurique à 66 degrés B. ou par l'acide de Nordhausen, dont l'action est plus énergique, on constate une réaction extrêmement violente; le carbure éthylénique est polymérisé, et la densité du mélange subit un accroissement qui peut aller jusqu'à 0,05. Si l'on distille après avoir enlevé l'acide sulfurique, on ne recueille entre les limites où passait le mélange que le carbure saturé; les polymères du carbure éthylénique distillent beaucoup plus tard et sont impropres à la combustion dans les lampes. Cette altération si profonde produite par l'acide sulfurique explique pourquoi les fabricants traitent ces produits par une quantité limitée d'acide, en opérant cette réaction avant la séparation des autres huiles.

» On peut extraire ainsi l'hydrure d'amyle des produits passant de 30 à 40 degrés, et l'hydrure d'hexyle de ceux passant de 60 à 70 degrés; mais on perd les autres carbures.

» Pour isoler ceux-ci, on agite le mélange avec de l'eau ou de l'alcool absolu saturés de gaz chlorhydrique; après la réaction, on lave à l'eau, et l'on fractionne pour séparer le chlorydrate formé. On a obtenu, en employant le mélange qui distille de 30 à 40 degrés, du chlorhydrate d'amylène bouillant vers 87 degrés, mais la transformation de l'amylène est incomplète. La combinaison est presque totale si l'on fait passer du gaz chlorhydrique sec chargé de la vapeur des carbures dans un serpentin en verre entouré d'un bain d'huile chauffé vers 180 degrés; l'amylène s'y combine à l'acide chlorhydrique, et si l'on condense l'excès de celui-ci dans l'eau, on peut recueillir le chlorhydrate qui surnage; une partie de celui-ci se trouve déjà formée avant son passage dans le serpentin.

» Les chlorhydrates sont stables et faciles à préparer, mais les iodhydrates fournissent des indications plus précises par leur point d'ébullition, et entrent en réaction plus facilement. On peut transformer le chlorhydrate d'amylène en iodhydrate en le chauffant en vase clos avec de l'acide iodhydrique et de l'iodure de potassium, mais il vaut mieux traiter le mélange de carbures par un excès d'acide iodhydrique fumant, à 100 degrés et en vase clos. L'iodhydrate obtenu, lavé et distillé, passe entre 143 et 146 degrés; par deux dosages d'iode concordants on en a pu fixer la composition, qui est celle de l'iodure d'amyle. Son point d'ébullition est celui de l'iodhydrate d'éthylallyle produit synthétiquement par M. Wurtz; de plus, quand on fait agir l'un et l'autre iodhydrate sur l'oxyde ou l'acétate d'argent, on a besoin d'achever la réaction par la chaleur, ce qui n'arrive pas avec l'iodhydrate d'amylène ordinaire. L'action sur l'oxyde d'argent a

fourni un liquide ayant la composition et le point d'ébullition d'un mélange d'alcool et d'éther isoamylique; ce dernier a une odeur très-caractéristique, mais on ne peut le séparer facilement. Au contraire, avec l'acétate d'argent on obtient l'acétate d'isoamyle pur en opérant en présence de l'éther sec; on le saponifie par la potasse solide en vase clos à 120 degrés. L'alcool retiré par distillation, et redistillé sur la potasse, s'accumule entre 118 et 121 degrés; rien ne passe à 124 degrés. Sa composition, fournie par deux combustions, est celle d'un alcool amylique; mais avec l'acide sulfurique, il ne fournit pas d'acide sulfocongugné : ce sont encore des points de rapprochement avec l'isoalcool éthylallylique, qui bout, d'après M. Wurtz, à 120 degrés, et avec l'alcool isoamylique, que M. Friedel a obtenu par l'hydrogénation du méthyl-butyrile. La densité a été trouvée égale à 0,833 à zéro. On poursuit l'étude de ces composés.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques trichloracétates métalliques.* Note de **M. A. Clermont.**

« La méthode de préparation de l'acide trichloracétique que j'ai décrite (1) me permettant d'obtenir facilement ce produit, j'ai entrepris, sur les indications qu'a bien voulu me donner M. Dumas, l'étude des trichloracétates. Je présente ici mes premiers résultats. Ne pouvant évaporer à chaud les solutions de ces sels, qui se décomposent dès qu'on élève leur température (2), je les ai placés sous des cloches renfermant de la chaux vive; la concentration des liqueurs s'effectue peu à peu, et, après un temps qui varie avec les conditions de l'expérience, les sels cristallisent. Je donne ici l'analyse de quelques-uns d'entre eux, en réservant leur description cristallographique, que j'effectuerai sur des cristaux plus nets que ceux obtenus jusqu'ici.

» I. *Trichloracétate de baryte.* — Ce sel se dépose en paillettes larges, mais très-minces, d'une solution de carbonate de baryte dans l'acide trichloracétique en excès; il cristallise avec difficulté, et l'on éprouve de la peine à le séparer de l'eau mère interposée; ces cristaux, essuyés entre des doubles de papier joseph, puis desséchés à la température ordinaire en pré-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 112.

(2) Je reviendrai ailleurs sur l'étude de cette décomposition et des produits qui en résultent.

sence de la chaux ou de l'acide sulfurique, ont donné à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé.
	I.	II.	
Baryte	26,65	26,47	26,85
Acide trichloracétique	54,19	54,32	54,21
Eau (par différence)	19,16	19,21	18,94
	100,00	100,00	100,00

Ils correspondent à la formule $C^4Cl^3O^3, BaO + 6HO$.

» II. *Trichloracétate de strontiane.* — Il se dépose facilement d'une solution de carbonate de strontiane dans l'acide trichloracétique en excès; on l'obtient sous la forme de prismes déliés, transparents et réunis en groupes radiés; leur composition est définie par les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé.
	I.	II.	
Strontiane	20,38	20,10	19,90
Acide trichloracétique	59,42	59,45	59,36
Eau (par différence)	20,20	20,45	20,74
	100,00	100,00	100,00

Ils conduisent à donner au sel la formule $C^4Cl^3O^3, SrO + 6HO$.

» III. *Trichloracétate de chaux.* — En dissolvant de la chaux pure, provenant de la calcination du spath d'Islande, dans l'acide trichloracétique étendu et en excès, l'on obtient des aiguilles prismatiques, cannelées, transparentes et rappelant très-bien, par leur aspect et leur groupement, celles de trichloracétate de strontiane. Comme ces dernières, elles sont très-solubles dans l'eau, et l'analyse a donné pour leur composition les résultats qui suivent :

	Trouvé.		Calculé.
	I.	II.	
Chaux	11,93	11,77	11,84
Acide trichloracétique	65,19	65,23	65,33
Eau (par différence)	22,88	23,00	22,83
	100,00	100,00	100,00

Ce qui correspond à la formule $C^4Cl^3O^3, CaO + 6HO$.

» IV. *Trichloracétate de soude.* — En ajoutant à une solution de bicarbonate de soude de l'acide trichloracétique, jusqu'à ce que la liqueur ait une réaction franchement acide, l'on obtient, par une évaporation très-

lente, des cristaux dont l'aspect rappelle bien ceux d'acétate de soude, et dont la composition est représentée par les nombres suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Soude	12,52	12,60	12,95
Acide trichloracétique	64,93	64,47	64,51
Eau (par différence)	22,55	22,93	22,54
	100,00	100,00	100,00

Ils conduisent à la formule $C^4Cl^3O^3, NaO + 6HO$.

» Il est a remarquer que ce sel et les trois qui précèdent ont des compositions tout à fait comparables, et que tous quatre peuvent être représentés par la formule $C^4Cl^3O^3, MO + 6HO$.

» J'ai obtenu également d'autres trichloracétates : ceux de thallium, de magnésie, de manganèse, de zinc, etc.; mais leur analyse est encore incomplète; j'indiquerai, dans une nouvelle Communication, les résultats qui s'y rapportent. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 2e Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans la première Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur ce sujet (voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 213), il a été question de faits relatifs à la mort d'animaux asphyxiés en vases clos, sous des pressions inférieures à la pression atmosphérique; je parlerai aujourd'hui de la mort dans l'air confiné sous des pressions supérieures, et j'indiquerai les conséquences immédiates qu'on peut tirer de ces deux séries de recherches.

» Les animaux mis en expériences étaient des moineaux francs, des rats et des grenouilles; le vase où ils étaient renfermés avait la capacité d'un litre; il me fallait environ quinze minutes pour y obtenir une pression de 9 atmosphères.

» L'augmentation de la pression, si rapidement qu'on la produisît, ne paraissait exercer sur l'animal presque aucune impression; on voyait seulement la respiration se ralentir jusqu'au moment où commençaient les phénomènes propres à l'asphyxie; ceux-ci ne semblaient avoir rien de particulier, et l'animal succombait sans convulsions, avec une température

interne de 22 à 27 degrés, c'est-à-dire à peine supérieure à celle de l'air ambiant.

» Il est bien évident que l'animal en expérience avait à sa disposition des quantités d'air, et par conséquent d'oxygène, proportionnelles aux pressions employées, et cependant il mourait à peu près dans le même temps, quelles que fussent ces pressions (environ trois heures pour les moineaux). En outre, si, alors que se manifestaient les symptômes de l'asphyxie, on augmentait la pression en injectant dans le récipient de l'air pur, l'animal n'en était nullement soulagé, malgré la nouvelle quantité d'oxygène qu'on lui fournissait ainsi. Au contraire, il se remettait rapidement lorsqu'on laissait échapper de l'air, diminuant ainsi la pression sans changer la composition de l'atmosphère qu'il respirait. J'expliquerai plus loin ces résultats, en apparence singuliers.

» Après la mort de l'animal on trouvait, si la pression était supérieure à 2 atmosphères, le sang très-rouge non-seulement dans les artères, mais dans les veines, et, si l'on avait dépassé 5 atmosphères, de nombreuses bulles de gaz dans les cavités *droites* du cœur, gaz qui ne s'était dégagé qu'au rétablissement de la pression normale.

» On peut impunément ramener un rat ou un moineau, en quelques secondes, de 7 ou 8 atmosphères à la pression normale. Le rat en paraît à peine impressionné; l'oiseau est, pendant un moment, fort tourmenté par la dilatation subite de ses sacs pulmonaires, mais il se remet très-vite. Dans ces conditions, les grenouilles éclatent véritablement, avec projection de l'estomac par la bouche et des intestins par l'anus. J'ai vu, dans quelques cas, des moineaux, dont l'asphyxie était déjà fort avancée, périr soudain par une brusque décompression : ils avaient alors des gaz libres dans le cœur droit. Il y a là un sujet d'études d'une grande importance pratique, et à propos duquel je présenterai à l'Académie un travail spécial.

» J'arrive maintenant à la composition de l'air dans lequel périssent des animaux de même espèce (moineaux) aux diverses pressions; voici des résultats moyens :

	Acide carbonique.	Oxygène.
Pression normale	16,0	3,5
$1\frac{1}{2}$ atmosphère	15,2	2,6
2 atmosphères	13,7	5,0
$2\frac{1}{2}$ atmosphères	11,3	8,5
$3\frac{3}{4}$ atmosphères	7,2	11,1
5 atmosphères	5,6	13,8
7 atmosphères	4,0	15,9
9 atmosphères	3,0	17,2

» On voit que, d'une manière générale, plus la pression est forte, moins l'oiseau altère l'air qu'il a à sa disposition. Cependant, c'est entre 1 et 2 atmosphères que l'oxygène est le plus épuisé, et nous verrons, dans un moment, pourquoi. Il est intéressant de voir que ces faibles augmentations de pression sont précisément celles que l'on a pu utiliser avec grand succès en thérapeutique, tandis que les pressions supérieures sont défavorables. Cette région barométrique mérite donc une attention spéciale.

» Si maintenant, considérant la composition de l'air mortel aux pressions de 2 atmosphères et au-dessus, nous cherchons à déterminer la valeur de la pression de l'acide carbonique produit pendant l'expérience, nous trouvons qu'elle a toujours été la même. En effet, 13,7 pour 100 d'acide carbonique, à 2 atmosphères, représentent, à la pression normale, $2 \times 13,7 = 27,4$; à $2\frac{1}{2}$ atmosphères, 11,3 pour 100 représentent $2,5 \times 11,3 = 28,25$, et, de même : $3,75 \times 7,2 = 27$; $5 \times 5,6 = 25$; $7 \times 4 = 28$; $9 \times 3 = 27$. (Le graphique exprimant ces faits est donc l'hyperbole équilatère $xy = 28$.)

» Or, si l'on met, à la pression normale, un moineau dans un litre d'un mélange de 750 centimètres cubes d'oxygène et de 250 centimètres cubes d'azote, il meurt, après avoir produit de 26 à 28 pour 100 d'acide carbonique. La mort arrive évidemment, ainsi que l'a autrefois montré M. Cl. Bernard, parce que l'acide carbonique contenu dans le sang veineux ne peut plus s'échapper en traversant les poumons, à cause de la pression de l'acide carbonique de l'atmosphère.

» Nos moineaux, à diverses augmentations de pression, meurent par la même raison, car leur sang artériel et même leur sang veineux sont sursaturés d'oxygène. Nous arrivons donc à conclure que : *un moineau périt nécessairement quand il a, dans son sang veineux, une quantité d'acide carbonique capable de faire équilibre à la pression de 26 à 28 pour 100 d'acide carbonique contenu dans l'air extérieur* (mais non dans les poumons, ce qui est autre chose), quelle que soit, du reste, la quantité d'acide carbonique que contiennent l'air et le sang. Pour les mammifères, le chiffre proportionnel paraît devoir être élevé à 28 ou 30; mais, pour les reptiles, il s'abaisse à 15 ou 16, ces animaux redoutant beaucoup plus l'acide carbonique, comme je l'ai autrefois prouvé, que ne le font les animaux à sang chaud.

» On comprend maintenant pourquoi les oiseaux, dans le même récipient de 1 litre, meurent dans le même temps, quelle que soit la pression : un calcul simple montre, en effet, qu'ils meurent lorsqu'ils ont formé de 260

à 280 centimètres cubes d'acide carbonique, ce qui paraît se faire à peu près dans le même temps sous toutes les pressions. On voit également pourquoi l'air pur injecté ne les soulage pas lorsqu'ils s'asphyxient, puisque la proportion d'acide carbonique varie exactement en sens inverse de la pression, et par suite conserve la même action nuisible; au contraire, en laissant échapper de l'air, on ne change pas la proportion centésimale de l'acide carbonique de l'air, mais on diminue évidemment sa pression sur l'acide carbonique du sang.

» Il est encore facile de s'expliquer comment, entre 1 et 2 atmosphères, l'oiseau peut continuer à épuiser l'air: c'est que, à $1\frac{1}{2}$ atmosphère, par exemple, la pression de l'acide carbonique produit ($15,2 \times 1,5 = 22,8$) n'est pas suffisante pour le tuer à elle seule, et le manque d'oxygène joue un rôle important.

» Mais pourquoi, à $1\frac{1}{2}$ atmosphère, l'air est-il plus altéré qu'à la pression normale, et plus à celle-ci qu'à une pression moindre? La réponse peut se formuler d'une manière très-simple.

» Un oiseau qui meurt dans l'air à la pression normale y périt par manque d'oxygène lorsque la proportion de celui-ci s'est abaissée en moyenne à 3,5 pour 100 (les extrêmes vont de 3 à 4). Supposons que la pression soit seulement de 37 centimètres; nous avons vu que l'air devenu mortel contient, dans ce cas, 7,4 pour 100 d'oxygène; si nous écrivons la proportion $76:37 = 7,4:x$, x représentera la valeur, à 76 centimètres de pression, de 7,4 centièmes à 37 centimètres : or $x = \frac{37 \times 7,4}{76} = 3,6$. En faisant le même calcul avec les nombres indiqués dans ma précédente Note (la moyenne des expériences donne, à 55 centimètres : oxygène, 4,6; acide carbonique, 13,4, et à 47 centimètres : oxygène, 5,5; acide carbonique, 12,4: il y a donc là une petite correction à faire aux chiffres donnés), on trouve des nombres oscillant entre 3,3 et 3,8, c'est-à-dire ayant pour moyenne 3,5 $\left(\text{on aurait donc encore ici l'équation d'une hyperbole } \frac{xy}{76} = 3,5\right)$. Nous pouvons donc dire, en résumé : *Un moineau périt nécessairement quand il n'a plus dans son sang artériel qu'une quantité d'oxygène capable de faire équilibre à la pression de* 3,5 *d'oxygène contenu dans l'air extérieur.* Pour les cochons d'Inde, on voit la moyenne s'abaisser à 2,5.

» Au-dessus de la pression normale, à $1\frac{1}{2}$ atmosphère (soit 114 centimètres), par exemple, la proportion d'oxygène restant devrait être de $\frac{3,5 \times 76}{114} = 2,3$; elle est un peu plus forte, vraisemblablement parce que la

pression de l'acide carbonique produit (22,8) a une importance non négligeable comme cause de la mort. Ceci montre encore une fois le grand intérêt d'une étude approfondie des pressions intermédiaires à 1 et 2 atmosphères.

» Je m'efforce de déterminer quelle est, dans le sang, cette quantité maximum d'acide carbonique qui fait équilibre à 28 d'acide dans l'air extérieur, et cette quantité minimum d'oxygène qui fait équilibre à 3,5 d'oxygène contenu dans l'air extérieur. Mais il reste dès maintenant établi que les modifications dans la proportion des gaz du sang peuvent tuer un animal de trois manières : 1° par insuffisance d'oxygène (confinement dans l'air à la pression de 1 atmosphère et au-dessous) ; 2° par excès d'acide carbonique (pression de 2 atmosphères et au-dessus); 3° à la fois par excès d'acide carbonique et par insuffisance d'oxygène (pressions intermédiaires entre 1 et 2 atmosphères).

» On comprend combien de questions importantes entourent ces résultats principaux; elles sont, de ma part, l'objet d'un travail assidu, et j'aurai bientôt à communiquer à l'Académie le résultat de nouvelles recherches. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'*oïdium aurantiacum *du pain.*
Note de **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

« Le colonel d'un des régiments de l'armée de Paris me montrait, le 11 de ce mois, un morceau de pain parsemé de nombreuses taches orangées, qu'on venait de déposer sur la table de la salle du rapport, à l'École militaire. Je reconnus à l'instant l'*oïdium aurantiacum* du pain, dont M. Dumas entretenait l'Académie dans la dernière séance; je l'avais rencontré dans les circonstances suivantes, en 1862.

» Au mois de septembre 1862, voyageant de Florence à Rome, je m'arrêtai dans un bourg nommé Radicofani, bien connu des voyageurs. Dans l'auberge où je descendis, on me présenta du pain couvert de taches rouges, que je reconnus pour des mucédinées. Le maître de l'auberge me raconta que c'était la seconde fois que la chose se présentait chez lui depuis dix ans, et chaque fois sur du pain cuit depuis sept à huit jours, et par les grandes chaleurs. La première fois, les gens de la maison en avaient mangé pendant deux ou trois jours, sans en être incommodés. Il n'en avait pas été de même cette fois, et un des domestiques, qui en avait fait usage, était malade.

» En ma qualité de médecin, je demandai à voir le malade, et voici ce que j'observai. Cet homme avait le vertige depuis deux ou trois heures,

avec des envies de vomir; la face était remarquablement vultueuse, le cou était gonflé, le regard inquiet, le pouls faible, accéléré, à 85 environ, si je me rappelle bien; la soif était vive. J'administrai 10 centigrammes de tartre stibié, qui provoquèrent des vomissements abondants. Les étourdissements cessèrent immédiatement, le pouls devint moins fréquent, et, au bout de quelques heures, tous les symptômes inquiétants avaient disparu.

» Pendant le séjour que je fis à Rome, à cette époque, j'eus l'occasion de voir, à Albano et à Tivoli, quelques échantillons d'*oïdium aurantiacum* : je n'ai pas appris qu'ils aient causé aucun accident. »

Sur la proposition de **M. Dumas**, l'Académie décide qu'une Commission prise dans son sein sera chargée d'étudier de nouveau les conditions de développement de l'*oïdium aurantiacum* sur le pain, et les diverses questions qui s'y rattachent.

Cette Commission se composera de MM. Dumas, Pasteur, Tulasne, Peligot, Larrey.

BOTANIQUE. — *Observations sur un hybride spontané du Térébinthe et du Lentisque.* Note de **MM. G. de Saporta** et **A.-F. Marion**, présentée par M. Decaisne.

« Le phénomène de l'hybridation n'est bien connu, ni quant à la vraie cause qui lui donne naissance, ni quant à la nature et à l'étendue des effets qu'il produit en troublant l'économie des êtres vivants. On est porté tantôt à en exagérer, tantôt à en amoindrir le pouvoir, ou plutôt on est loin de s'entendre sur ses vraies limites. L'hybridation est, incontestablement, un instrument d'une grande énergie entre les mains de l'homme qui applique son intelligence à s'en servir dans un but déterminé; mais il est plus difficile de définir le rôle de l'hybridation livrée à ses propres forces, au sein de la nature. Les botanistes, il est vrai, signalent un grand nombre de formes hybrides, mais, presque toujours, dans des genres dont les espèces multiples sont trop voisines pour que l'intervalle qui les sépare ne soit pas aisément comblé. Les orchis, les saules, les ronces, les épervières en offrent plusieurs exemples, qui n'ont été pourtant l'objet, dans la plupart des cas, que d'un examen superficiel. Il est beaucoup plus rare, et par cela même plus intéressant, d'observer le produit hybride de deux espèces appartenant à des types très-distincts, quoique congénères, surtout lorsqu'il s'agit d'un genre réduit à ces deux espèces sur le sol de

notre pays et à un très-petit nombre dans le monde entier. A ces divers titres, nous avons cru devoir attirer l'attention sur une forme découverte récemment par nous en Provence, et sortie de l'union spontanée des *Pistacia terebinthus* et *Lentiscus*. L'endroit écarté où croît le produit mixte, représenté par quatre pieds adultes, la présence simultanée des espèces qui l'ont produit, enfin les caractères strictement intermédiaires des individus hybrides démontrent à la fois l'existence du phénomène et les conditions parfaitement naturelles qui ont présidé à sa manifestation.

» Les différences qui séparent le Lentisque du Térébinthe sont des mieux définies : le premier a des feuilles persistantes, paripennées, à folioles étroites, au nombre de six à huit paires, insérées sur un rachis ou pétiole commun ailé; le second présente, au contraire, des feuilles caduques, ailées avec impaire, à folioles plus ou moins larges et ovales, disposées au nombre de trois à cinq paires sur un pétiole commun sans bordure. L'inflorescence constitue une grappe simple, plus courte que les feuilles, chez le Lentisque; elle est en grappe composée, beaucoup plus grande que les feuilles, chez le Térébinthe. L'époque de la floraison est loin d'être la même dans les deux espèces, et le port, ainsi que la nature des stations et la distribution géographique, ne révèlent pas de moindres différences. Le Lentisque est plus méridional ; il habite de préférence le sol primitif et siliceux de la région située entre Toulon et Saint-Tropez, où croît le chêne-liége. Bien qu'il ne soit pas inconnu dans la région calcaire, il ne dépasse guère, dans la direction du nord, la zone du littoral : les environs d'Aix dans les Bouches-du-Rhône, Béziers dans l'Hérault marquent, en France, ses limites extrêmes. Il est encore plus sensible au froid que l'olivier, tandis que le Térébinthe, plus rustique que tous les deux, s'avance jusqu'en Savoie et jusqu'au pied du plateau central. Entièrement exclue de la région du chêne-liége, cette dernière espèce abonde, au contraire, dans les parties calcaires et constitue un des éléments caractéristiques de la végétation dont le pin d'Alep est le type. Conformément à cette loi de distribution, le *Pistacia terebenthus* L. est répandu par toute la vallée de Saint-Zacharie, située à l'est de Marseille et au pied de la Sainte-Baume ; le *P. Lentiscus* L. ne s'y montre, au contraire, que dans une seule localité, chaude et abritée vers le nord par l'escarpement de Regagnas, située au fond d'un ravin dominé par une paroi de rocher en forme de mur. C'est là, au milieu des deux espèces associées en égale abondance, que nous avons rencontré les quatre pieds hybrides.

» Chacun d'eux offre quelque particularité, et cependant ils frappent

l'attention d'assez loin par le mélange constant des caractères propres aux espèces qui lui ont donné naissance. Leur port est moins élevé et moins divariqué que celui du Térébinthe. Les feuilles sont strictement intermédiaires entre les deux espèces; elles persistent en partie, principalement sur les rameaux inférieurs, tandis que les branches du haut paraissent généralement dépouillées; les folioles, plus étroites que celles des Térébinthes, plus fermes aussi et d'un vert plus foncé, sont plus larges que les folioles de Lentisque; leur réseau veineux est moins compliqué que celui des premières, mais plus que celui du second. La foliole impaire manque fréquemment ou bien elle est sessile, d'autres fois à demi-avortée et en tous cas plus petite que les latérales. Le rachis est ailé comme chez le Lentisque, mais accompagné d'une bordure plus étroite; enfin, deux seulement des quatre pieds portaient des grappes de fleurs femelles, au moment de l'observation, et sur quelques rameaux seulement. L'absence de l'un des deux sexes et la faible faculté prolifique de l'autre sont bien en rapport avec le tempérament connu des hybrides végétaux. Il n'y aurait aucune anomalie à considérer les pieds stériles comme représentant normalement des mâles demeurés inhabiles à développer leurs inflorescences, tandis que les pieds femelles y seraient parvenus, mais seulement dans une mesure restreinte. Les inflorescences des pieds fertiles n'avaient rien d'ailleurs que de normal dans leur structure. Elles reproduisent évidemment, par leur forme, leurs dimensions et leur mode de développement, celles du Lentisque; leurs proportions sont pourtant un peu plus fortes, et, au lieu d'être tout à fait simples, elles offrent quelques ramifications analogues à celles des inflorescences de Térébinthe. Plus tardives que chez ce dernier, elles devançaient, lorsque nous les avons observées, celles du Lentisque, dont l'évolution commençait à peine, du moins en ce qui concerne les fleurs femelles, tandis que les ovaires des pieds hybrides étaient déjà fécondés à la fin d'avril; plusieurs d'entre eux étaient, un mois après, constitués à l'état de jeunes fruits et sensiblement grossis. Il est donc possible d'espérer qu'ils parviendront à maturité et pourront être recueillis et semés, mais ces fruits seront nécessairement le produit de l'imprégnation de l'une des deux espèces, vu l'absence constatée de fleurs mâles sur les pieds hybrides.

» Il reste à rechercher comment un pareil hybride a pu se produire. Faut-il admettre, à son origine, l'action du pollen de Térébinthe sur un ovaire de Lentisque, ou, au contraire, celle du pollen de Lentisque sur une inflorescence femelle de Térébinthe? L'une ou l'autre de ces hypothèses paraît au premier abord soulever les mêmes difficultés. Nous préférons

cependant, après réflexion, adopter la seconde, comme plus vraisemblable, et voici nos raisons. L'action du pollen de Térébinthe, si elle avait pu se produire, à l'aide d'une floraison attardée, aurait été contrariée par la présence du pollen normal de Lentisque, opérant sur les ovaires de sa propre espèce; il est concevable, au contraire, qu'un pied femelle de Térébinthe ait reculé exceptionnellement sa floraison jusqu'à la fin d'avril, époque à laquelle les inflorescences mâles de cette espèce sont totalement flétries; ce pied aura donc alors, à défaut du sien propre, reçu l'imprégnation du pollen d'un Lentisque dont les fleurs mâles se développent justement à cette date. C'est probablement ainsi qu'aura pris naissance le *Pistacia* hybride que nous venons de décrire et que, suivant les règles habituelles de la nomenclature, nous désignerons sous le nom de *Pistacia lentisco-terebinthus*. »

GÉOLOGIE. — *Lithologie des mers du nouveau monde*. Note de **M. Delesse**, présentée par M. Élie de Beaumont.

« Les mers du nouveau monde n'ont encore été explorées que d'une manière incomplète; cependant celles de l'Amérique du Nord et de l'Amérique centrale sont connues par un grand nombre de sondages, qu'on doit aux marines des États-Unis, de l'Angleterre et de la France. Ces sondages m'ont permis de représenter la lithologie du fond des mers baignant une partie de l'Amérique, comme on le voit par la carte que je mets sous les yeux de l'Académie (1).

» Si l'on considère d'abord la mer des Antilles, des roches sous-marines et notamment des récifs de polypiers bordent ses îles. Un peu d'argile se rencontre vers l'isthme qui réunit les deux Amériques. Le sable forme une zone le long des côtes; il se montre très-développé au sud-ouest de Cuba et dans la baie des Mosquitos. Quant à la vase, elle couvre d'immenses surfaces dans les golfes de Darien et de Venezuela, ainsi qu'à l'embouchure de l'Orénoque.

» Le golfe du Mexique a la forme d'un entonnoir oblique dont la profondeur dépasse 3000 mètres. On y trouve surtout du sable, qui, à l'ouest de la Floride et autour du Yucatan, occupe de vastes surfaces, s'étendant à plus de 350 kilomètres du rivage. Une zone d'argile, appartenant sans doute au terrain tertiaire, commence un peu au delà de l'embouchure du Missisipi et se prolonge jusque dans la partie profonde du golfe.

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 779; t. LXVI, p. 410, et t. LXIX, p. 519.

» L'océan Atlantique des États-Unis est bien connu par les recherches de la marine fédérale et par celles de MM. Agassiz et de Pourtalès. Des roches sous-marines antérieures à l'époque actuelle bordent ses côtes, et sont très-multipliées autour de la Nouvelle-Écosse, de Terre-Neuve et vers l'embouchure du Saint-Laurent. Une zone d'argile longe la Floride à l'est, faisant pendant à celle qui se trouve à l'ouest, dans le golfe du Mexique. Des galets se rencontrent au large de Nantucket, mais ils sont à une profondeur trop grande pour que l'océan actuel ait pu les former.

» C'est le sable qui constitue le principal dépôt sur la côte de l'océan Atlantique américain. Vers le nord, à l'embouchure du Saint-Laurent et autour de Terre-Neuve, la vase occupe cependant de vastes surfaces; il est probable qu'alors elle provient en partie de la destruction de schistes paléozoïques. Par les grandes profondeurs et sous le Gulf-stream, on trouve d'ailleurs une vase calcaire, avec globigérines, qui est analogue à la craie.

» Indépendamment des polypiers qui peuplent la partie la plus chaude de l'Atlantique, les dépôts coquilliers sont très-abondants sur la terrasse qui borde le continent de l'Amérique du Nord. Ces dépôts couvrent des surfaces étendues près de la Floride, de la Géorgie et des Carolines, ainsi qu'à l'est de Plymouth, du New-Jersey et de Nantucket. Ils se retrouvent sur des fonds de sable dont les profondeurs sont généralement moindres que 100 mètres.

» L'océan Pacifique américain est peu connu jusqu'à présent. Des roches et du sable bordent habituellement sa côte, qui est montagneuse et devient profonde à une très-petite distance. Les dépôts coquilliers y sont peu étendus, et leur rareté sur la côte occidentale de l'Amérique fait contraste avec leur abondance sur la côte orientale.

» On possède quelques données sur l'orographie et sur la lithologie des mers arctiques. Au nord de l'Amérique, ces mers sont généralement peu profondes, même loin des côtes. Comme ce sont, en partie, des méditerranées, le sable y occupe des surfaces moins étendues que dans les océans. Des dépôts coquilliers s'y rencontrent sur les fonds de sable; il y en a notamment à l'est de l'île Southampton et dans le canal de Fox; il y en a même jusqu'au 77e degré vers l'entrée Smith. Dans ces régions, les dépôts coquilliers sont quelquefois à plus de 200 mètres de profondeur, parce qu'à ce niveau la température devient moins froide. La vase paraît constituer essentiellement le fond des mers arctiques. L'océan Glacial en a plus que les autres océans, et elle est surtout très-développée dans les mers

de Baffin et d'Hudson; de plus, elle domine jusque dans les nombreux détroits qui entre-coupent les terres arctiques.

» Si l'on recherche quelles sont les causes qui peuvent concourir à la formation d'une si grande quantité de vase dans les mers arctiques, on en trouve plusieurs. D'abord au nord du continent américain, les schistes paléozoïques sont très-développés. De plus, les glaciers gigantesques qui recouvrent les terres arctiques produisent sans cesse d'énormes quantités de boue. D'un autre côté, une calotte de glace couvre en grande partie les mers arctiques, et ces dernières sont surtout des méditerranées; en sorte que l'agitation de leurs eaux est entravée par cette double cause, qui favorise aussi le dépôt de la vase.

» Enfin, les eaux chaudes de l'équateur remontent, avec les gulf-streams, les côtes orientales des continents, et, après s'être refroidies, elles redescendent le long des côtes occidentales : mais leur vitesse diminue successivement vers le pôle; par conséquent, elles doivent alors y déposer la vase qu'elles tiennent en suspension et qui se compose des apports successifs recueillis dans leur immense trajet.

» La vase tend donc à s'accumuler vers les deux pôles, autour desquels elle produit actuellement des roches argileuses. Ajoutons qu'il en était de même à toutes les époques géologiques. »

ASTRONOMIE. — *Sur quelques apparitions analogues à celles du bolide de Marseille.* Note de **M. W. de Fonvielle**, présentée par M. Le Verrier.

« Cette apparition singulière, qui a excité avec tant de raison la surprise de l'Académie n'est point sans précédents dans l'histoire de l'Astronomie. Nous avons recueilli, depuis la dernière séance, des détails sur plusieurs observations analogues.

» *Première observation. — Durée, 45 secondes.* — 4 septembre 1848, à $8^h 59^m$ du soir. Lieu : observatoire de Highfield, à Nottingham; observateur : M. Lowe. Trajectoire de η d'Antinoüs à π du Sagittaire (page 14 du Rapport du Comité des météores lumineux de l'Association Britannique pour 1849). Six fois la lumière de Jupiter.

» *Deuxième observation. — Durée totale, 150 secondes.* — Dans le voisinage de la constellation d'Orion, par une altitude de 28° 30′. Le globe s'est montré à travers une brume, a grandi progressivement, sans changer de place pendant 105 secondes. On a vu alors une pluie de feu, et un météore principal qui a persisté pendant 45 secondes avant de s'éteindre.

5 février 1850, à $6^h 50^m$ du soir. Observé par M. Welkes, dont M. Lowe garantit le talent astronomique (page 38 du Rapport de l'Association Britannique pour 1851). Son diamètre était un tiers de celui de la Lune.

» *Troisième observation. — Durée, 450 secondes.* — Le globe s'est montré à une distance de la Terre qu'Halley évalue à 30 milles anglais. Il a été observé par Kirch, à Leipzig, le 9 juillet 1686, et décrit dans les Éphémérides de cet astronome pour 1688. Il y a une figure. Il était, lors de l'observation, $1^h 30^m$ du matin. Le Mémoire d'Halley se trouve dans le tome XXIX des *Transactions philosophiques*. Diamètre égal à moitié de celui de la Lune.

» *Quatrième observation. — Durée, plus d'une minute.* — N'a point été déterminée. M. Lowe pense que deux étoiles filantes, qui ont paru à une minute de temps de distance, sont un même et unique astre rendu invisible pendant une partie de sa trajectoire. Cette circonstance pourrait s'expliquer, suivant Reichenbach (POGGENDORF, *Annalen, passim*), par la présence d'un nuage supérieur, derrière lequel aurait passé le bolide, ou par les cendres de sa combustion.

Coordonnées de la première apparition..... $\mathcal{A} = 0^\circ$, dist. $\mathcal{P} = 15^\circ$;
» de la deuxième disparition .... $\mathcal{A} = 32^\circ$, dist. $\mathcal{P} = 5^\circ$.

» Vu à l'observatoire de Highfield-House, à Nottingham, par M. Laude, dans la nuit du 10 au 11 août 1849.

» Suivant le Rapport de l'Association, il aurait été vu à Fécamp. Pas de détails sur cette observation.

» Brandes (t. IV de l'*Encyclopédie* de GEHLER, p. 214) dit que le mouvement des bolides de longue durée autour du Soleil est à peu près égal à celui de la Terre. La faiblesse du mouvement relatif explique la persistance de l'apparition.

» Kepler (*De Stellâ novâ*) emploie un argument analogue pour montrer que les comètes peuvent rester stationnaires pendant plusieurs jours, mais non pendant des mois entiers, comme les étoiles temporaires du Serpentaire ou de Cassiopée.

» N'est-ce point à une cause de ce genre que l'on pourrait peut-être attribuer la persistance d'une étoile près du radiant ou au radiant pendant quelques instants, lors du passage de certains essaims d'étoiles filantes? Cette observation m'a été signalée, comme digne d'attirer l'attention, par M. Alexander Herschell.

» On trouve, dans les Rapports du Comité des météores lumineux, plusieurs exemples de trajectoires en zigzags très-tourmentés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étoiles filantes du mois d'août 1871.* Note de M. CHAPELAS.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats que nous avons obtenus pendant les nuits des 9, 10 et 11 août de cette année. Je ferai remarquer tout d'abord que, depuis longtemps, le phénomène n'avait pas été favorisé par un aussi beau temps. En effet, durant toute l'observation, nous constations un ciel serein, quoique légèrement vaporeux par instants. Pendant les dernières heures de la nuit, l'influence de la Lune, à son dernier quartier, n'a pas été d'une grande importance; cependant, pour plus d'exactitude, nous avons dû en tenir compte dans nos calculs.

» Comme toujours, les observations faites pendant les nuits qui ont précédé et suivi le phénomène nous ont de nouveau démontré ce fait, depuis longtemps constaté par nous, que cette apparition extraordinaire du 10 août ne se produit pas d'une manière instantanée, mais s'annonce déjà, vers les premiers jours de juillet, par un accroissement progressif du nombre horaire moyen des étoiles filantes. Cette particularité est très-intéressante à signaler, car elle n'existe pas pour le phénomène de novembre, qui se manifeste brusquement.

» L'observation, qui a pu être faite dans de si bonnes conditions, ne nous a pas donné cependant un résultat aussi considérable qu'on aurait pu le présumer. En effet le nombre horaire moyen, ramené à minuit et corrigé de l'influence de la Lune, est successivement :

Pour le 9	août,	de 27	étoiles	3	dixièmes d'étoile.
» le 10	»	de 53	»	5	»
» le 11	»	de 39	»	1	»

Ce qui indique une petite diminution sur l'année dernière. Le phénomène est donc réellement stationnaire, et nous tient encore bien loin des données fournies par l'apparition de 1848. Malgré cela, le phénomène, dans son ensemble, présentait un aspect assez brillant, quoique ne se produisant généralement que par saccades.

» Nous avons enregistré un grand nombre de beaux météores, parmi lesquels on compte 3 bolides et 61 étoiles filantes de première grandeur, toutes accompagnées de magnifiques traînées, dont quelques-unes persistaient après la disparition complète du météore.

» Les positions des trois bolides observés sont les suivantes :

	Heure.	Direction.	Ascension droite.	Déclinaison.
Commencement........	$10^h 57^m$	Nord-est.	247°	33°
Fin..................	»	»	251	13
Commencement........	11.12	Est.	317	69
Fin..................	»	»	264	59
Commencement........	1.40	Nord-est.	16	19
Fin..................	»	»	340	— 5

» Ces trois météores étaient animés d'un mouvement très-rapide. Le dernier était suivi d'une traînée bleuâtre, persistant après la disparition du bolide, et se déformant sensiblement sous l'influence des courants atmosphériques.

» Enfin nous avons également constaté trois étoiles ayant des trajectoires perturbées; deux étaient oscillantes, et la dernière, d'une direction primitive nord-est, finissait comme si elle venait du nord-ouest.

» Je mets aussi sous les yeux de l'Académie une carte du phénomène. Quatre petits planisphères donnent chacun une phase de cette apparition ; un grand planisphère à fond noir présente l'aspect général de ce retour périodique. L'examen de ces graphiques indique suffisamment que la direction (nord-est — est-nord-est) était celle que suivaient la majorité des étoiles filantes. Enfin les trajectoires de tous ces météores, prolongées en arrière et indéfiniment par un pointé rouge, déterminent d'une manière fort simple les lieux d'émanation de ces divers courants météoriques. C'est ainsi que l'on peut désigner, comme centres radiants, les constellations de Persée, Cassiopée et quelquefois Céphée.

» J'ajouterai, en terminant, que toutes ces observations ont été, comme les années précédentes, réduites et cataloguées avec le plus grand soin. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les bolides du 11 août 1871 et du 24 juin 1870.* Note de **M. P. Guyot.**

« Le 11 août 1871, à Nancy, de même que les 9 et 10 août, les étoiles filantes se montrèrent dans toutes les directions. Entre 10 et 11 heures, deux phénomènes furent observés.

» Le premier se manifesta à $10^h 18^m$: ce fut une étoile filante d'une grosseur peu commune, qui, partie du nord-est, traversa la constellation de la Girafe, entra dans celle de la Grande Ourse, en coupant le Char entre les étoiles α et β, puis entre β et γ. Elle s'éteignit à la hauteur de l'étoile $\varkappa$ de la même constellation.

» Le second phénomène observé est un bolide qui se montra à $10^h 35^m$, à la hauteur du 140e degré, à la place occupée par l'étoile Θ de la Grande Ourse. Venu aussi du nord-est, ce bolide éclata en produisant une vive lueur bleue et en donnant naissance à trois morceaux, qui se dirigèrent vers les étoiles μ et λ de la même constellation. Ils furent visibles pendant près de trois secondes.

» Depuis près de quatorze mois, c'est le second bolide éclatant que nous observons : le 24 juin 1870, à $10^h 15^m$ du soir, un bolide parut au-dessus de notre ville. Parti du sud-ouest, il se dirigea vers le nord-est. Le chemin parcouru a été éclairé par une traînée rosâtre, très-lumineuse. Le bolide éclata enfin, en produisant une lumière bleue éblouissante. Ce phénomène fut visible pendant au moins deux secondes. »

M. P. Guyot adresse une autre Note, relative aux orages du 29 juillet 1871.

A Nancy, le 29 juillet, plusieurs orages, venant du sud-est, passèrent au-dessus de la ville, de 7 heures à $7^h 30^m$ du soir. Les dégâts produits à Verdun (Meuse) furent assez considérables. L'auteur signale les ravages produits, dans la même journée, en quelques points des départements de la Meuse et de la Marne : à Livry-sur-Marne, à 4 heures du soir; à Épernay, entre $2^h 30^m$ et 4 heures; à Châlons, à Reims, à Sainte-Memmie, à Saint-Étienne-au-Temple, à Saint-Martin, etc.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un rapport observé entre le rayonnement solaire et la lumière zodiacale.* Extrait d'une Lettre de **M. P. Galliard** à M. Faye.

Pointe-à-Pître (Guadeloupe), le 25 juillet 1871.

« Un cruel désastre vient d'affliger notre malheureuse colonie. La jolie ville de la Pointe-à-Pître, véritable ornement des Antilles, a été complétement détruite par un incendie, qui a commencé le mardi 18 juillet, à 9 heures du soir, et, en quelques heures, n'a plus laissé que des décombres.

» ..... J'avais préparé un travail, fruit de longues années d'observations, que je devais vous envoyer, quand la nouvelle du siége de Paris m'a fait surseoir à cet envoi. Je pouvais démontrer clairement qu'entre les tropiques le rayonnement solaire est en rapport constant avec la densité de la lumière zodiacale; que cette lumière, enfin, est un écran qui, par son

opacité relative, arrête une portion de la chaleur émise par le soleil. Une longue série d'observations thermométriques, comparées aux observations de la densité apparente de la lumière zodiacale, mettait ce fait hors de doute.

» ..... Il m'a fallu, comme tous les hommes de cœur, combattre l'incendie et travailler à circonscrire ses ravages. Nos efforts ont été vains; et, quand chacun de nous a voulu s'occuper de ses intérêts particuliers, il était trop tard : pas une note, pas un livre, pas un instrument m'appartenant n'a trouvé grâce devant le feu.

» J'ai soixante-sept ans, et n'ai plus guère les moyens de m'occuper de science; mais je regrette de n'avoir pu apporter un grain de sable à l'édifice auquel vous avez si utilement consacré votre vie. »

M. J. **Wack** adresse, de Drülingen (Bas-Rhin), des « Considérations sur la corrélation qui existe entre les courants induits et le mouvement ».

Ce travail sera soumis à l'examen de M. Edm. Becquerel.

M. **Pigeon** adresse une Note relative à l'appareil pulmonaire, considéré comme foyer générateur de calorique.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bouillaud.

M. **Gérard** adresse une Lettre relative à son précédent travail sur la théorie de la vision.

Cette Lettre sera renvoyée à M. Jamin.

M. **Berthon** adresse une Lettre concernant le procédé employé par lui pour combattre la rage.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Bouley.

M. **Guérin** exprime le désir d'obtenir l'approbation de l'Académie pour une méthode de sténographie qu'il vient de publier.

On fera savoir à l'auteur que l'Académie ne peut considérer cet ouvrage comme se rattachant aux questions dont elle s'occupe, et que, d'ailleurs, d'après son règlement, aucun ouvrage imprimé ne doit être l'objet d'un Rapport.

M. G. **Pouchet** demande et obtient l'autorisation de faire prendre copie du Mémoire déposé par lui sur l'organisation du Tamanoir.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission nommée pour préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *Aug. Duméril*, présente, par l'organe de son Président, **M. Faye**, la liste suivante :

En première ligne.	**M. Belgrand.**
En deuxième ligne et par ordre alphabétique . . .	**M. Cosson.** **M. de la Gournerie.**
En troisième ligne.	**M. Sédillot.**

L'Académie a décidé que le nom de **M. Sauvage** serait ajouté à la liste.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 août 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, publiées sous la direction de M. le Dr Aug. Le Jolis; t. XV; 2e série, t. V. Paris et Cherbourg, 1870; in-8°, avec planches.

Catalogue de la bibliothèque de la Société impériale des Sciences de Cherbourg : 1re partie : Publications des académies, sociétés savantes et établissements scientifiques. Cherbourg, 1870; br. in-8°.

Les travaux de la Société d'Histoire naturelle de Colmar; par M. Ch. Grad. Colmar, sans date; opuscule in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar; 11e année, 1870. Colmar, 1870; in-8°, avec planches.

Cours de Sténographie; par M. L.-P. GUÉNIN. Paris, sans date; in-18.

Organisation de l'exercice de la médecine, etc.; par M. CH. PIGEON. Clamecy, 1851; br. in-8°.

Étude de la courbure en un point multiple d'une courbe plane; par M. L. PAINVIN. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Détermination des plans osculateurs et des rayons de courbure en un point multiple d'une courbe gauche; par M. L. PAINVIN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Note sur la transformation homographique; par M. L. PAINVIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Note sur la construction géométrique des normales à une conique; par M. L. PAINVIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Note sur l'hypocycloïde à trois rebroussements; par M. L. PAINVIN. Paris, sans date; br. in-8°.

Étude analytique de la développable circonscrite à deux surfaces du second ordre; par M. L. PAINVIN. Lille, sans date; br. in-8°.

(Ces six ouvrages de M. L. Painvin sont présentés par M. Serret.)

Étude médico-légale sur la pendaison, la strangulation et la suffocation; par M. AMB. TARDIEU. Paris, 1870; in-8°, avec planches.

Étude médico-légale sur l'avortement; par M. AMB. TARDIEU. Paris, 1868; in-8°.

Étude médico-légale sur l'infanticide; par M. AMB. TARDIEU. Paris, 1868; in-8°, avec planches.

Étude médico-légale et clinique sur l'empoisonnement; par M. AMB. TARDIEU, avec la collaboration de M. Z. ROUSSIN. Paris, 1867; in-8°, avec planches.

(Ces quatre ouvrages sont adressés par M. Tardieu au concours du prix Chaussier, 1871.)

Proceedings... *Procès-verbaux des réunions scientifiques de la Société zoologique de Londres pour l'année* 1870; *janvier à décembre.* Londres, 1870; 3 br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AOUT 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la houle et le clapotis; par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« 1. A l'occasion de l'extrait publié au *Compte rendu* de la séance de l'Académie, du 19 avril 1869 (t. LXVIII, p. 905), d'un Mémoire de M. Boussinesq (*), et d'une Note de M. de Caligny, présentée la semaine d'après (*Compte rendu,* p. 980), M. Reech en a inséré une le 10 mai suivant (*Compte rendu,* p. 1099), où, sous ce même titre : *Des ondes liquides périodiques,* le savant Directeur de l'École du Génie maritime a donné, sans les démontrer, des formules du mouvement circulaire qu'affectent les molécules de vagues d'une hauteur constante, qui se propagent uniformément dans une mer houleuse supposée infiniment profonde, en ajoutant que ses calculs n'ont pu lui fournir, quand la profondeur est finie, les trajectoires elliptiques fournies par l'analyse du premier de ces auteurs, et par les expériences du second.

» M. Bertin, ingénieur des constructions navales à Cherbourg, a donné, la même année 1869, une démonstration de la formule de la Note de M. Reech, dans un Mémoire *sur la houle et le roulis*, faisant partie du

(*) Il s'imprime en ce moment aux *Savants étrangers*, t. XX.

tome XV de ceux de la Société des Sciences naturelles de cette ville maritime (*).

» Je me propose principalement :

» 1° D'indiquer à quoi peut être réduite cette démonstration de la loi de la houle simple, qui avait été découverte dès 1804 par Gerstner (**), toujours pour une mer supposée d'une profondeur infinie;

» 2° De faire voir comment on peut reconnaître, d'une manière analogue à la loi d'un autre mouvement de la mer, le *clapotis*, où les vagues oscillent sur place, avec diminution et augmentation périodique de leur saillie, sans plus de propagation dans un sens que dans le sens contraire;

» 3° De faire voir aussi comment chacun de ces deux genres de mouvement peut être engendré par la superposition de deux mouvements de l'autre genre;

» 4° Enfin, de montrer, en en donnant encore la raison d'une manière simple, les changements moyennant lesquels les mêmes formules peuvent représenter, dans certaines limites d'amplitude, le mouvement des vagues, soit houleuses, soit clapoteuses, d'une mer de profondeur *finie* quelconque.

» 2. Appelons, en nous bornant à considérer, ce qui suffit, les mouvements dans un plan vertical qui coupe perpendiculairement les arêtes des vagues, qu'on suppose être régulièrement cylindriques :

x, z et p, pour l'époque marquée par le temps quelconque t : 1° l'abscisse horizontale d'une molécule fluide; 2° son ordonnée verticale comptée de haut en bas à partir d'un plan horizontal partageant en deux parties égales la hauteur des vagues; 3° la pression au même endroit, par unité superficielle;

x_0, z_0 l'abscisse et l'ordonnée d'un centre immobile autour duquel cette molécule est supposée osciller;

r, r' deux coefficients d'amplitude, fonctions de z_0, qui seront définis tout à l'heure, ainsi que L, demi-largeur des vagues, et T, demi-temps de leur période;

h la valeur de r' pour $z_0 = 0$, ou la demi-hauteur des vagues à la surface;

ρ la densité de l'eau, g la gravité, $\pi = 3,14159...$, $e = 2,71828...$;

t_0 la valeur (qu'on pourrait faire nulle) du temps t, où l'on a $x = 0$

(*) M. Bertin a présenté, en 1870, un complément à ce Mémoire, et il l'a fait imprimer récemment au même Recueil.

(**) *Theorie der Wellen*. Je me propose d'en publier bientôt la traduction.

pour la molécule de la surface dont le centre d'oscillation a son abscisse $x_0 = 0$;

H la profondeur totale, supposée constante, de la masse fluide, ou le $z = z_0$ relatif au fond, qui est un plan horizontal.

» Posons, sauf à en vérifier la possibilité,

$$(1) \quad x = x_0 + r \sin \pi \left(\frac{t - t_0}{T} - \frac{x_0}{L} \right), \quad z = z_0 - r' \cos \pi \left(\frac{t - t_0}{T} - \frac{x_0}{L} \right);$$

c'est-à-dire supposons : 1° que chaque molécule (x, z) exécute de part et d'autre du point fixe (x_0, z_0), tant horizontalement que verticalement, des mouvements pendulaires de même période 2T, qui la ramènent au même endroit au bout de temps 2T, 4T,...; 2° que, conformément à ce qu'indique généralement l'aspect de la houle, les molécules qui sont au même instant sur une même horizontale à des distances 2L, 4L,... l'une de l'autre, se trouvent alors à une même phase de leurs évolutions.

» Il s'agit de rechercher :

» 1° Si le mouvement ainsi défini est compatible avec les propriétés des liquides dont on abstrait la compressibilité et le frottement, et qui servent de base à l'établissement des équations ordinaires de l'hydrodynamique;

» 2° Quelles sont les valeurs, en fonction de z_0, de r et r', satisfaisant à ces propriétés pour tous les points du fluide, et remplissant aussi les conditions aux limites, savoir : de pression constante à la surface et de mouvement vertical nul au fond.

» 3. D'abord, pour la condition de conservation du volume des éléments, considérons, proche de la molécule m (x, z), dont le centre de circulation est le point (x_0, z_0), deux autres molécules m', m'', dont les centres de circulation ont pour coordonnées respectives

$$x_0 + dx_0, \; z_0, \quad \text{et} \quad x_0, \; z_0 + dz_0.$$

On aura pour les excès, sur les coordonnées x, z de la molécule m :

$$\text{des coordonnées de } m' : \; \frac{dx}{dx_0} dx_0, \quad \frac{dz}{dx_0} dx_0;$$

$$\text{des coordonnées de } m'' : \; \frac{dx}{dz_0} dz_0, \quad \frac{dz}{dz_0} dz_0.$$

» Donc, comme, en général, $x'z'' - z'x''$ est l'aire d'un parallélogramme dont deux côté adjacents ont pour projections x', z' et x'', z'' sur deux axes rectangulaires tracés dans son plan, on aura, pour le parallélo-

gramme qui est formé sur mm', mm'',

$$dx_0 dz_0 \left(\frac{dx}{dx_0}\frac{dz}{dz_0} - \frac{dz}{dx_0}\frac{dx}{dz_0}\right).$$

» Les volumes des éléments fluides resteront constants si, partout, on a

$$(2) \qquad \frac{dx}{dx_0}\frac{dz}{dz_0} - \frac{dz}{dx_0}\frac{dx}{dz_0} = \text{une quantité indépendante de } t.$$

» Or les expressions (1), si l'on fait, pour abréger,

$$(3) \quad \sin\pi\left(\frac{t-t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right) = s, \quad \cos\pi\left(\frac{t-t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right) = c, \quad \text{d'où} \quad \frac{ds}{dx_0} = -\frac{\pi c}{L}, \quad \frac{dc}{dx_0} = \frac{\pi s}{L},$$

donnent

$$(4) \qquad \frac{dx}{dx_0} = 1 - \frac{\pi rc}{L}, \quad \frac{dz}{dx_0} = \frac{dx}{dz_0} = -\frac{\pi r's}{L}, \quad \frac{dz}{dz_0} = 1 + \frac{\pi rc}{L}.$$

» Substituant dans (2), on voit que

$$(5) \qquad 1 + \frac{\pi r'}{L}\frac{dr}{dz_0} - \left(\frac{dr'}{dz_0} + \frac{\pi r}{L}\right)c + \frac{\pi}{L}\left(r\frac{dr'}{dz_0} - r'\frac{dr}{dz_0}\right)c^2$$

doit être indépendant du temps, qui entre dans le cosinus c et dans son carré c^2. Cela exige

$$(6) \qquad r\frac{dr'}{dz_0} - r'\frac{dr}{dz_0} = 0,$$

$$(7) \qquad \frac{dr'}{dz_0} + \frac{\pi r}{L} = 0.$$

» La première de ces deux équations donne $\frac{r}{r'}$ = une constante q. Substituant dans la seconde, on a $\frac{dr'}{dz_0} + \frac{\pi}{qL}r' = 0$; d'où, comme h désigne la valeur de r' pour $z_0 = 0$,

$$(8) \qquad r' = he^{-\frac{\pi z_0}{qL}}, \quad r = qhe^{-\frac{\pi z_0}{qL}}.$$

» On aperçoit que la valeur de r' ainsi trouvée, substituée dans l'expression (1) de z, ne satisfait à la condition relative au fond

$$(9) \qquad z = z_0 \quad \text{pour} \quad z_0 = H$$

que si la profondeur H *est infinie*.

» Nous voyons donc déjà que des mouvements pendulaires d'une grandeur finie, comme ceux que représentent les expressions (1), ne sont possibles exactement que dans une eau de profondeur totale infiniment grande.

» Mais on peut déjà remarquer aussi qu'ils sont possibles très-approxi-

mativement quand les amplitudes des oscillations restent dans de certains rapports avec H et L; car

$$r\frac{dr'}{dz_0} - r'\frac{dr}{dz_0},$$

qui affecte c^2 dans l'expression (5), est de l'ordre des carrés de ces amplitudes, et peut être supprimé quand elles sont suffisamment petites. On y reviendra au n° 6.

» En second lieu, les équations exprimant que la pesanteur et l'inertie des éléments fluides peuvent être tenus en équilibre par une pression p normale à leurs faces, et égales dans les deux sens, sont, comme on sait,

$$(10) \qquad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = -\frac{d^2x}{dt^2}, \quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz} = g - \frac{d^2z}{dt^2},$$

ou, en changeant de variables indépendantes pour avoir des calculs plus simples,

$$(11) \qquad \begin{cases} \dfrac{1}{\rho}\dfrac{dp}{dx_0} = -\dfrac{d^2x}{dt^2}\dfrac{dx}{dx_0} + \left(g - \dfrac{d^2z}{dt^2}\right)\dfrac{dz}{dx_0}, \\ \dfrac{1}{\rho}\dfrac{dp}{dz_0} = -\dfrac{d^2x}{dt^2}\dfrac{dx}{dz_0} + \left(g - \dfrac{d^2z}{dt^2}\right)\dfrac{dz}{dz_0}. \end{cases}$$

Substituant les dérivées (4), ainsi que les suivantes, déduites aussi de (1),

$$(12) \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{\pi^2 rs}{T^2}, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{\pi^2 r'c}{T^2},$$

on a

$$(13) \qquad \begin{cases} \dfrac{1}{\rho g}\dfrac{dp}{dx_0} = \pi\left(\dfrac{\pi r}{gT^2} - \dfrac{r'}{L}\right)s - \dfrac{\pi^3}{LT^2}(r^2 - r'^2)sc, \\ \dfrac{1}{\rho g}\dfrac{dp}{dz_0} = 1 + \pi\left(\dfrac{r}{L} - \dfrac{\pi r'}{gT^2}\right)c - \dfrac{\pi^3 rr'}{gLT^2}. \end{cases}$$

» En éliminant p, ce qui se fait en retranchant ces équations (13) l'une de l'autre après les avoir différentiées en z_0 et en x_0 respectivement, puis en divisant tout par le sinus s qui, égalé à zéro, n'exprimerait (comme l'observe M. Bertin) que l'état du repos du fluide, on a

$$(14) \qquad 0 = \frac{\pi L}{gT^2}\left(\frac{dr}{dz_0} + \frac{\pi r'}{L}\right) - \left(\frac{dr'}{dz_0} + \frac{\pi r}{L}\right) - \frac{2\pi^2}{T^2}\left(r\frac{dr}{dz_0} - r'\frac{dr'}{dz_0}\right)c.$$

Cette égalité, d'après (6) ou (7), ou d'après les valeurs (8) de r, r', exige, pour être satisfaite, $r^2 = r'^2$, d'où

$$q = 1,$$

car, avec $q = -1$, les mouvements augmenteraient indéfiniment avec la profondeur z_0, ce qui ne saurait être.

» Enfin la condition relative à la surface supérieure

(15) $$\frac{dp}{dx_0} = 0 \quad \text{pour } z_0 = 0,$$

introduite dans la première équation (13), donne la relation suivante entre la largeur de vague et le temps périodique :

(16) $$\frac{\pi L}{g T^2} = 1.$$

» 4. Le mouvement de houle exprimé par les équations (1) est donc possible pour toutes les amplitudes de ses oscillations, si

(17) $$r = r' = he^{-\frac{\pi z_0}{L}}, \quad T = \sqrt{\frac{\pi L}{g}}, \quad \text{avec } H = \infty.$$

Et, quant à l'intensité de la pression p, la seconde expression (13) qui, vu (16), se réduit à

$$\frac{1}{\rho g}\frac{dp}{dz_0} = 1 - \frac{\pi^2 h^2}{L^2} e^{-\frac{2\pi z_0}{L}},$$

étant intégrée depuis $z_0 = 0$, donne

(18) $$\frac{p - p_0}{\rho g} = z_0 - \frac{\pi h^2}{2L}\left(1 - e^{-\frac{2\pi z_0}{L}}\right).$$

» Les molécules parcourent des cercles

(19) $$(x - x_0)^2 + (z - z_0)^2 = r^2 = h^2 e^{-\frac{2\pi z_0}{L}},$$

et, comme on a

(20) $$\frac{dx}{dt} = \frac{\pi r}{T}\cos\pi\left(\frac{t - t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right) = \frac{\pi}{T}(z_0 - z),$$

les molécules marchent dans le sens des x positives ou de propagation des vagues quand elles sont au haut de leur course, et dans le sens opposé quand elles sont au bas.

» L'élimination de x_0 entre les deux équations (1), avec $r = r'$, donne évidemment, pour la coupe de la surface de la houle, ou de toute autre surface formée à un instant donné quelconque par l'ensemble des molécules dont les centres d'oscillation se trouvent sur un même plan horizontal, une *trochoïde*, courbe dont la cycloïde (avec points de rebroussement en haut) n'est qu'un cas particulier ou extrême, et qui est engendrée généralement par un point parcourant uniformément la circonférence d'un cercle dont le centre se meut d'un mouvement rectiligne et aussi uniforme.

» La vitesse

$$\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{T}}$$

de ce mouvement fictif est la *célérité* de la propagation des vagues, dont la forme seule se transporte horizontalement sans que les molécules sortent de leurs orbites, dont le rayon décroît en progression géométrique quand la profondeur z_0 croît en progression arithmétique.

» Comme on a, pour $t - t_0 = 0$, $z - z_0 = 0$ et $x_0 = \frac{1}{2}\mathrm{L}$,

$$x = \tfrac{1}{2}\mathrm{L} - r,$$

les *flots* interceptent des portions de l'horizontale $z = z_0$ moins longues de $2r$ que les *creux*, et sont par conséquent plus aigus que ceux-ci.

» 5. Mais la houle, avec ses vagues qui se propagent en conservant la même hauteur, n'est pas le seul genre d'oscillation que la mer puisse prendre et conserver. Les mouvements exprimés par

$$(21)\qquad \begin{cases} x = x_0 + r \sin \dfrac{\pi x_0}{\mathrm{L}} \cos \pi \dfrac{t - t_0}{\mathrm{T}}, \\ z = z_0 + r' \cos \dfrac{\pi x_0}{\mathrm{L}} \cos \pi \dfrac{t - t_0}{\mathrm{T}}, \end{cases}$$

où $r = r'$ et T ont les mêmes valeurs (17) que ci-dessus, satisfont aussi, comme il est facile de le voir, et pour des excursions $x - x_0$, $z - z_0$ quelconques, mais alors encore moyennant une profondeur totale H infinie, aux conditions (2), (9), (14), (15) de la masse liquide, auxquelles nous avons astreint, au n° 3, son mouvement représenté par les équations (1).

» Ces équations, auxquelles on joindra, pour la pression,

$$(22)\qquad \frac{p - p_0}{\rho g} = z_0 - \frac{\pi h^2}{2\mathrm{L}}\left(1 - e^{-\frac{2\pi z_0}{\mathrm{L}}}\right) \cos^2 \pi \frac{t - t_0}{\mathrm{T}},$$

représentent le mouvement des ondes *clapoteuses*, variables périodiquement de forme, et oscillant sans se propager.

» En effet :

» 1° Pour $t - t_0 = \frac{1}{2}\mathrm{T}, \frac{3}{2}\mathrm{T}, \frac{5}{2}\mathrm{T}, \ldots$, l'on a $z = z_0$ pour toutes les valeurs de x_0, en sorte que les vagues ainsi constituées s'aplatissent périodiquement;

» 2° Pour $x_0 = 0, \pm\mathrm{L}, \pm 2\mathrm{L}, \pm 3\mathrm{L}, \ldots$, on a $x = x_0$, quel que soit le temps t, c'est-à-dire que les *ventres* des vagues restent sur les mêmes verticales;

» 3° Mais leurs *nœuds* ne restent pas fixes, car pour $x_0 = \pm\frac{1}{2}\mathrm{L}$, $\pm\frac{3}{2}\mathrm{L}$,

$\pm \frac{5}{2}$L,..., qui donnent $z = z_0$ quel que soit t, l'on a

$$x = x_0 \pm r \cos \pi \frac{t - t_0}{T},$$

en sorte que les molécules qui restent sur l'horizontale $z = z_0$ y font des excursions $\pm r$ de part et d'autre de leur centre d'oscillation $x = x_0$.

» Toutes les molécules, dans ce genre de mouvement, parcourent des lignes droites, car les équations (21) donnent

$$(23) \qquad \frac{x - x_0}{z - z_0} = \operatorname{tang} \frac{\pi x_0}{L},$$

dont le second membre représente, pour chacune, une constante.

» Et ces diverses trajectoires, qui ont toutes les inclinaisons possibles depuis une verticale jusqu'à une horizontale, sont de la même longueur $2r$, car on a

$$(24) \qquad \text{Pour } \cos^2 \pi \frac{t - t_0}{T} = 1, \quad \sqrt{(x - x_0)^2 + (z - z_0)^2} = r.$$

» Deux clapotis simultanés, ou superposés, peuvent composer une houle, et réciproquement. Mais nous le verrons ci-après d'une manière générale pour le cas de la profondeur finie, dans un second article. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur l'aldéhyde;* *par* **M. Ad. Wurtz.**

« Ayant soumis l'aldéhyde à l'action du chlore, j'ai constaté autrefois (1) la formation du chlorure d'acétyle et d'un produit $C^4H^7ClO^2$, bouillant vers 120 degrés, et que M. Maxwell Simpson a obtenu depuis en combinant directement l'aldéhyde avec du chlorure d'acétyle. Les résultats que j'avais annoncés ayant été contestés par MM. Krämer et Pinner (2), j'ai voulu répéter mes expériences, déjà anciennes. En me plaçant dans des conditions convenables, j'ai observé, comme précédemment, la formation du chlorure d'acétyle et de sa combinaison avec l'aldéhyde. Pour modérer la réaction, j'ai eu l'idée de mélanger l'aldéhyde avec dix fois son poids de perchlorure de carbone. Lorsqu'on fait passer un courant de chlore dans un tel mélange, exposé au soleil et refroidi avec de l'eau glacée, et qu'on

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIX, p. 58.

(2) *Deutsche Chem. Gesellsch.* Berlin, 1870, p. 383.

arrête l'opération dès que le liquide demeure fortement coloré en jaune, on peut y constater la présence des deux composés dont il s'agit.

» Pour cela, on le décolore d'abord en l'agitant avec du mercure, en même temps qu'on le refroidit avec soin; puis on le soumet à la distillation. Le liquide dégage du gaz chlorhydrique et commence à bouillir au-dessous de 50 degrés. Le thermomètre s'élève plus ou moins rapidement à 77 degrés, point d'ébullition du chlorure de carbone. Dans une opération où 20 grammes d'aldéhyde mélangée avec 200 grammes de chlorure de carbone avaient été traités par le chlore, j'ai recueilli, après plusieurs distillations fractionnées, 20 grammes d'un liquide bouillant au-dessous de 70 degrés. C'était un mélange de chlorure de carbone et de chlorure d'acétyle, le premier étant en excès. On n'en a retiré que 2 grammes d'un liquide présentant le point d'ébullition du chlorure d'acétyle. Dans d'autres opérations, la proportion a été un peu plus favorable. Mais il est très-difficile de débarrasser entièrement ce chlorure d'acétyle du chlorure de carbone qu'il entraîne. On a constaté, d'ailleurs, qu'il se décompose par l'eau, avec dégagement de chaleur, en acide acétique et en acide chlorhydrique. Lorsqu'on y ajoute de l'aniline, on observe une réaction très-vive : il se forme de l'acétanilide, qu'on a purifiée par cristallisation dans l'alcool. L'analyse (1) a démontré la pureté de ce corps, dont le point de fusion a été trouvé de 113 degrés : Gerhardt indique 112 degrés.

» Ces faits ne laissent aucun doute sur la formation du chlorure d'acétyle dans l'action du chlore sur l'aldéhyde. Mais il s'en faut que ce corps soit l'unique ou même le principal produit de la réaction. Quand le chlorure de carbone a distillé, il reste un liquide dont le point d'ébullition s'élève peu à peu. Je n'ai pas étudié les produits les moins volatils, mais j'ai isolé, par des distillations fractionnées, le corps $C^4H^7ClO^2$ (2), qui bout vers 120 degrés.

---

(1) Analyse :

	Théorie.	Expérience.
Carbone.........	71,11	70,86
Hydrogène.......	6,66	6,81

(2) Analyse :

	Théorie.	Expérience.
Carbone, C^4....	39,18	39,25
Hydrogène, H^7....	5,71	5,9
Chlore, Cl....	28,98	28,71
Oxygène, O^2....	26,13	
	100,00	

» J'en ai obtenu, dans mes diverses opérations, une quantité assez notable. En raison de la différence des points d'ébullition de ce liquide et du chlorure de carbone, il est, en effet, facile de séparer ces deux corps l'un de l'autre. La constitution de la combinaison dont il s'agit me paraît devoir être exprimée par l'une ou l'autre des formules suivantes :

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ / \quad \backslash \\ O \quad O \\ \backslash \quad / \\ CCl \\ | \\ CH^3 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH\ O \\ |\quad\ | \\ CCl\,O \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

En tout cas, ces deux molécules se séparent de nouveau, quoique lentement, lorsqu'on traite le produit par l'eau. Il tombe au fond de ce liquide, et, au bout de quelques jours, il s'y dissout complétement. On peut constater, dans le liquide aqueux, la présence de l'acide chlorhydrique, de l'acide acétique et d'un corps réduisant le nitrate d'argent, et exhalant une odeur très-pénétrante.

» 5 grammes du produit obtenu ayant été traités par l'eau, il n'est resté, au bout de deux jours, que $0^{gr},3$ de produit non dissous. Le liquide, fortement acide, a été neutralisé par la potasse, la solution a été évaporée et reprise par l'alcool; il est resté $1^{gr},48$ de chlorure de potassium. La solution alcoolique a été évaporée, et le résidu a été distillé avec de l'acide sulfurique étendu. Le liquide distillé a fourni $4^{gr},2$ d'acétate d'argent, renfermant une petite quantité de chlorure et d'un composé argentique qui se réduit à chaud. Après avoir purifié ce sel par cristallisation dans l'eau bouillante, on en a obtenu finalement $3^{gr},2$. Il a donné, à l'analyse, 64,85 pour 100 d'argent. La théorie exige 64,67 pour 100.

» La manière dont ce corps se dédouble sous l'influence de l'eau prouve, en tout cas, qu'il ne possède pas la constitution exprimée par la formule $CH^2Cl\,COH + CH^3COH$, que MM. Krämer et Pinner donnent comme « évidente à première vue. »

M. Dumas présente à l'Académie, au nom de MM. *Montefiore-Levi* et *Künzel*, un ouvrage portant pour titre « Essais sur l'emploi de divers alliages, et spécialement du bronze phosphoreux, pour la coulée des bouches à feu ». Des faits consignés dans cet ouvrage, et des documents que M. Dumas a

pu recueillir personnellement sur les opérations métallurgiques dont il s'agit, ressortent les faits suivants, que M. le Secrétaire perpétuel résume, à cause de leur intérêt, d'après ces auteurs et sous leur responsabilité :

« 1. La constatation de l'effet utile du phosphore sur le bronze, par MM. G. Montefiore-Lévi et Künzel, a eu pour point de départ une série très-étendue de recherches sur l'application de divers alliages de cuivre, de zinc, de fer, de nickel et de manganèse, à la confection des bouches à feu.

» 2. La comparaison des divers alliages a été faite, non-seulement par l'examen de leur résistance absolue, mais encore par l'étude de leur résistance élastique, de leur poids spécifique et de la densité des pièces coulées, résultant de l'absence plus ou moins complète des cavités, enfin de leur dureté.

» 3. La résistance et l'élasticité ont été déterminées en soumettant des barres cylindriques de chaque alliage à une traction graduée, sous l'action de la presse hydraulique, étirant les barres jusqu'à la rupture, l'allongement sous la charge et l'allongement permanent étant notés à des intervalles déterminés. Pour faciliter la comparaison des diverses épreuves, les auteurs les représentent par des tracés graphiques. Les courbes établies sur ces données expérimentales présentent des résultats d'un grand intérêt, surtout au point de vue de l'élasticité des métaux, résultats qui seraient loin de se montrer avec la même clarté par l'inspection seule des chiffres.

» 4. C'est ainsi qu'il fut reconnu que l'une des causes de la résistance, relativement peu élevée, du bronze ordinaire réside dans la présence *constante*, dans cet alliage, de traces d'étain à l'état d'oxyde. Cet oxyde agit d'une façon mécanique, en séparant les molécules de l'alliage par l'interposition d'une substance qui par elle-même ne possède aucune ténacité. De tout temps, on avait reconnu que l'effet de l'oxydation pendant la fusion était nuisible à la qualité du bronze, mais on s'est jusqu'ici contenté du moyen très-insuffisant de la réduction par le brassage du métal en fusion par des perches de bois vert.

» 5. Les auteurs du Mémoire ont cherché à obtenir un résultat plus complet par l'addition de plusieurs réducteurs, et notamment du phosphore; ils annoncent que leur succès a été complet, et l'effet de cette addition est remarquablement uniforme. L'oxygène absorbé par la combustion du phosphore devait se trouver à l'état d'oxyde répandu dans la masse; car, si cet oxygène y eût existé à l'état libre comme gaz condensé, il aurait dû se séparer du métal au moment du refroidissement, en donnant

ainsi lieu à un phénomène de rochage ou à des cavités en proportion bien supérieure à ce que l'on a pu constater; et il y a peu de doute que cet oxyde ne soit de l'oxyde d'étain. Tandis qu'il est bien connu de tous les fondeurs que, par la refonte du bronze ordinaire, la teneur en étain diminue successivement à chaque refonte, et cela avec une certaine rapidité une série de huit essais sur des bronzes phosphoreux, renfermant des proportions diverses de phosphore, a démontré que cette diminution de la teneur en étain ne se produit pas. Sur ces huit essais, en effet, la diminution était insignifiante sur trois, et il y avait augmentation dans cinq cas. Cette augmentation doit sans doute être attribuée à la formation d'une scorie renfermant du phosphate de cuivre, ce qui a pour effet de diminuer la teneur de l'alliage en cuivre, et, par conséquent, d'augmenter la teneur en étain.

» 6. Les auteurs du Mémoire attribuent, en partie, la constance de teneur en étain à l'existence d'une combinaison stable d'étain et de phosphore, qui n'est pas l'alliage à 2 équivalents d'étain et 1 de phosphore (renfermant 21,5 phosphore), qu'on obtient en chauffant de l'étain en feuilles minces, en présence de la vapeur de phosphore; ou bien, en chauffant du phosphore et de l'étain dans un tube fermé, car cet alliage est peu stable. Chauffé à l'air, une partie du phosphore en est éliminée, et il reste un phosphure renfermant 1 équivalent de phosphore et 9 d'étain (soit 5,605 pour 100 phosphore). Ce phosphure plus fixe peut être produit directement en soumettant à une chaleur graduée de l'étain en éponge, bourré dans un creuset au-dessus d'une certaine quantité de phosphore.

» 7. Des essais prolongés ont amené la constatation des propriétés que le phosphore communique au bronze ordinaire. Les caractères de l'alliage changent. La couleur, dès que la teneur en phosphore dépasse $\frac{1}{2}$ pour 100, devient plus chaude et semblable à celle de l'or auquel on aurait ajouté une forte proportion de cuivre. Le grain de la cassure se rapproche de celui de l'acier. L'élasticité est augmentée considérablement. La résistance absolue sous un effort statique devient, dans certains cas, plus que double. La dureté devient également très-grande, au point que certains alliages se laissent difficilement entamer par la lime. Le métal fondu est d'une grande fluidité, et remplit parfaitement le moule dans ses moindres détails.

» 8. Une des propriétés les plus précieuses de cet alliage réside dans le fait, que l'on est à même de lui communiquer des qualités très-diverses, en variant les proportions des éléments constituants; on obtient ainsi avec sû-

reté les qualités voulues. Par exemple, pour les bouches à feu, dureté assez grande, résistance et peu d'élasticité, pour que les pièces n'éclatent pas; ou bien grande dureté et résistance maximum, combinée à une élasticité persistante, comme pour les pièces mécaniques, afin que ces pièces résistent à l'effort statique; ou bien encore, résistance seulement avec très-grande ductilité, comme pour les cartouches; ou même, enfin, perfection de coulée, particularités de couleur, avec peu de dureté, comme c'est le cas pour les bronzes d'art; on peut toujours donner ces qualités d'avance, et à coup sûr, en déterminant la composition de l'alliage et le mode de coulée.

» 9. Le prix peu élevé et les facilités de refonte du nouveau métal peuvent à peine être indiqués ici; on doit se borner à passer rapidement en revue quelques-unes des applications déjà essayées :

» *a. Confection des bouches à feu.* — Il résulte d'une Note jointe à la brochure de MM. Montefiore-Levi et Künzel, que, à la suite de leurs essais, ils ont procédé à la confection d'un canon de 6 lb. en bronze phosphoreux, et à son tir à outrance comparativement avec une pièce sembable en bronze ordinaire, coulée par la Fonderie royale de Liége. Il s'agissait pour eux de s'assurer de la meilleure composition de bronze à adopter pour cet usage. Le résultat de la première épreuve ayant montré que l'on avait choisi un métal beaucoup trop dur, une seconde pièce, avec une teneur presque trois fois moindre en phosphore, fut construite, et tirée parallèlement avec une seconde pièce en bronze réglementaire. Des tableaux de visite des pièces à diverses époques du tir, il résulte que la dureté du canon de bronze phosphoreux s'est montrée très-supérieure à celle du canon de bronze réglementaire, et que, sous des charges à outrance, cette dernière pièce ayant éclaté, la première peut encore tirer avec toute sûreté. Le bronze employé a été produit par l'addition de cuivre phosphoreux à du métal provenant de vieux canons.

» *b. Pièces laminées.* — Le bronze phosphoreux, préparé dans des conditions convenables de composition et de coulée, se laisse laminer et emboutir avec une très-grande facilité, tout en conservant sa grande résistance. Il se prête donc parfaitement à la fabrication des cartouches. Veut-on, comme on l'a déjà fait sur une très-grande échelle en Russie, adopter le système des cartouches se rechargeant? Rien ne s'y oppose, car au banc d'épreuves de Liége, on a rechargé 50 fois un très-grand nombre de cartouches en bronze phosphoreux, sans que le métal ait en rien souffert. Se borne-t-on à rechercher une réduction notable du poids de la cartouche, une assurance plus grande de son non-éclatement pendant le tir et, par

suite de l'élasticité du métal, une extraction aisée de la douille après le tir? On y réussit également.

» *c.* Ce bronze a été employé sur une grande échelle pour la fabrication des mécanismes de fusils; en Belgique, six mille fusils avec fermeture Comblaix en bronze phosphoreux ont été distribués à la garde civique. Pour cet emploi, les avantages principaux résident dans l'économie et la rapidité de fabrication et la préservation de l'oxydation.

» *d.* Diverses applications de ce bronze à la mécanique ont déjà reçu la sanction de la pratique. Il y a lieu de mentionner, comme exemple probant, l'emploi de pignons pour les laminoirs universels; ces pignons reçoivent constamment des chocs violents. Dans une usine du pays de Charleroi, une paire a résisté pendant dix mois et a péri par usure des dents, sans qu'un seul d'entre eux ait été brisé ou fendu; une autre paire résiste depuis près de douze mois. L'essai a été fait avec un égal succès pour coussinets de presses hydrauliques soumis à de grandes pressions, anneaux d'excentriques de locomotives, cercles de pistons et boulons de cylindres à vapeur, etc.

» *e.* Ce bronze se prête parfaitement à la confection de bronzes d'art et de décoration. La facilité de la coulée, la couleur très-agréable qu'il présente et sa résistance à l'oxydation sont autant de qualités qui le rendent propre à ces usages.

» Sans entrer dans d'autres détails, il y a tout lieu de croire que les applications seront beaucoup plus nombreuses encore; les essais faits par les auteurs leur font espérer que cet alliage est moins attaquable que le cuivre ou les alliages ordinairement adoptés pour le doublage des navires; que, par suite de la disparition de l'oxyde d'étain, il sera meilleur conducteur de l'électricité, et qu'il sera particulièrement apte également à la confection des cloches, timbres, etc. »

Sur la proposition de M. Dumas, l'Académie décide qu'une Commission sera formée dans son sein pour étudier les questions qui se rattachent à ce travail, dont les auteurs mettent tous leurs matériaux à la disposition de l'Académie. Cette Commission sera composée de MM. Dumas, Morin, Fremy, Jurien de la Gravière, Cahours, Phillips.

M. P. **Gervais** fait hommage à l'Académie de quatre brochures, renfermant : 1° le discours prononcé par lui sur la tombe de M. *Aug. Duméril*, et la liste des travaux de ce savant professeur; 2° trois notices relatives à différents points de zoologie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *Aug. Duméril*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Belgrand obtient.	31	suffrages.
M. Cosson	8	»
M. Sédillot	6	»
M. Sauvage	2	»
M. Damour.	1	»
M. de la Gournerie.	1	»

Il y a deux billets blancs.

M. Belgrand, ayant réuni la majorité absolue des suffrages exprimés, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Chef du pouvoir exécutif.

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE. — *Note sur les recherches géographiques faites dans l'île de Madagascar, de* 1865 *à* 1870; *par* **M. Alf. Grandidier** (1).

(Commissaires: MM. Milne Edwards, Brongniart, de Quatrefages, Jurien de la Gravière, d'Abbadie, Villarceau.)

« On a beaucoup écrit sur Madagascar, et les cartes qu'on a publiées de cette île sont nombreuses. Sur quelle base a-t-on établi ces cartes? Quels documents a-t-on consultés? C'est ce qu'il m'importe de faire connaître avant d'exposer le résultat de mes recherches.

» Les travaux hydrographiques que nous possédons aujourd'hui sur Madagascar sont : 1° les plans de quelques-unes des rades de la côte est, qu'ont dressés en 1768 le chevalier Grenier et en 1787 le vicomte de Kersaint; 2° la carte générale des côtes, levée de 1823 à 1825 par le capitaine Owen; 3° les tracés de plusieurs baies, faits à diverses époques par des officiers de notre marine. Ces travaux, plus ou moins rectifiés par d'autres naviga-

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

teurs, ont permis de tracer la configuration exacte des côtes de l'île. Mais les levers ayant été faits le plus souvent sous voile ou sous vapeur, les embouchures des rivières, les villes, les ports sont mal placés et mal dénommés, ou souvent même ils ne sont pas indiqués. Si l'on excepte, d'une part, les baies des côtes nord-est et nord-ouest, que leur disposition toute particulière et leur vaste étendue rendent si facilement reconnaissables; d'autre part, les cinq ou six ports de la côte ouest, et les huit ou dix rades de la côte est, que fréquentent de temps en temps des navires de guerre, il n'y a peut-être pas, sur une étendue de côtes de plus de 3000 kilomètres, un point qui n'ait besoin d'être rectifié.

» En topographie, tout est à faire. Les documents sérieux manquent en effet complétement pour dresser une carte de l'intérieur de Madagascar. La latitude de Tananarive a été, il est vrai, fixée par plusieurs voyageurs, et nous connaissons par leurs récits les noms des haltes où ils se sont arrêtés en montant de Tamatave à la capitale Ova, mais c'est tout. Encore faut-il remarquer que la longitude de Tananarive n'étant pas connue, la longueur des étapes a été fixée sans données certaines, et est très-exagérée. Les renseignements géographiques que les missionnaires anglais ont recueillis, et qu'ils ont publiés sans les soumettre à une discussion sérieuse, ne méritent aucune confiance. Quant aux récits fantastiques que M. Leguevel de Lacombe a tirés de son imagination et auxquels tous les géographes à tort ont ajouté foi, je n'en ferai mention que pour en blâmer hautement l'auteur.

Il n'y a pas lieu, du reste, de s'étonner si nos connaissances géographiques sur Madagascar sont nulles. Les naturalistes peuvent assez aisément se procurer ces animaux et des plantes, par l'intermédiaire des indigènes; souvent, du reste, dans les îles, les productions zoologiques et botaniques de la côte ne diffèrent que peu de celles de l'intérieur, et les côtes sont toujours plus ou moins abordables. En géodésie, il n'en est pas de même, et les renseignements qu'on recueille de la bouche des naturels n'ont de valeur qu'autant qu'on connaît déjà les principaux traits de la physionomie du pays et qu'on a un premier canevas général. Or des difficultés insurmontables avaient, jusqu'à mon dernier voyage, empêché toute exploration scientifique à Madagascar. Les Ovas s'étaient toujours opposés à ce qu'aucun étranger pénétrât dans l'intérieur de l'île: seule, la route d'Andouvourante à Tananarive avait été ouverte, de temps en temps, à quelques Européens. Les contrées du sud et de l'ouest sont indépendantes des Ovas, mais les habitants sont cruels et superstitieux, et aucun voyageur, jusqu'en 1866, n'avait osé s'aventurer au milieu d'eux.

» C'est dans le but de combler une partie des lacunes que je viens de signaler, que j'ai entrepris trois voyages successifs à Madagascar, le premier en 1865, le second en 1866, et le dernier de 1868 à 1870.

» Toutes les tentatives que j'ai faites sur la côte est, en 1865, pour pénétrer au cœur du pays, furent vaines. L'année suivante, je me décidai à explorer la région australe, espérant que, malgré le caractère rapace et superstitieux de ses habitants, je n'y trouverais pas les mêmes obstacles que sur la côte orientale. J'ai pu, en effet, parcourir une partie des vastes plateaux qui forment le sud de l'île, et rectifier des erreurs nombreuses sur la côte ouest.

» A mon troisième voyage, mes efforts furent enfin récompensés. En 1869 et 1870, j'ai traversé l'île trois fois, de l'ouest à l'est, dans toute sa longueur; une première fois, de la baie de Bombétoke à Tamatave, en passant par Tananarive; une seconde fois, de l'embouchure du Mouroundava à Mahanourou, et enfin, de Matsérouke (21° 3′ lat. S.) à Mananzarine. Plusieurs excursions au lac Tasy, au lac d'Alaoutre dans la province des Antsihianakes, aux sources du Mangourou, au pic d'Ankaratre, la plus haute montagne de Madagascar, m'ont permis de compléter mes études sur cette île curieuse. J'ai en outre visité environ 2000 kilomètres de côtes. Ce sont les résultats généraux de mes études géographiques pendant ces divers voyages, que je viens soumettre au jugement de l'Académie.

» Madagascar comprend deux parties distinctes : la partie nord et est, qui est toute montagneuse; la partie sud et ouest, qui est relativement plate. J'ai reconnu l'existence de cinq chaînes de montagnes qui ont toutes, plus ou moins, la même direction du nord-nord-est au sud-sud-ouest. La première chaîne qu'on rencontre en allant de l'ouest vers l'est est comprise entre 21 et 25 degrés de latitude. La seconde chaîne, celle de Bémaraha, s'étend du 16e au 25e degré; d'abord étroite, elle forme avec la précédente un vaste plateau, à partir de 21e degré de latitude. La troisième commence vers le 21e degré et va jusqu'au 24e environ. Enfin la quatrième, le Boungou-lava, commence à 42°,5 de longitude et s'étend de 14° à 22°,5 de latitude. Ces diverses chaînes sont séparées les unes des autres par des plaines sablonneuses et arides, coupées de ravins peu profonds.

Dès qu'on a gravi la quatrième chaîne, on entre dans une région tourmentée dont le niveau général mesure de 1000 à 1200 mètres; jusqu'à l'océan Indien, ce n'est plus qu'une vaste mer de montagnes, où il n'existe d'autre terrain plat que les quelques petites vallées qu'utilisent les indi-

gènes pour la culture du riz. En étudiant cette zone si bouleversée, on y distingue au moins deux chaînes, qui ne sont pas contemporaines.

» Les trois premières chaînes sont étroites et appartiennent, ainsi que les plaines adjacentes, à la formation secondaire; j'y ai recueilli des fossiles caractéristiques des terrains crétacé et jurassique. Le Boungou-lava et toute la masse de montagne à l'est sont dus à des soulèvements granitiques; on y remerque, çà et là, des massif micaschisteux et de nombreuses roches métamorphiques. Le Boungou-lava semble finir dans le sud par 22°30′ de latitude; au delà, on ne trouve que des plaines secondaires plus ou moins accidentées. Le plateau d'Ankay, la vallée d'Antsihianake, etc., séparent nettement la première chaîne granitique de celle qui va de Vohémar au Fort-Dauphin; c'est cette dernière dont, en venant du large, on aperçoit les cimes au loin dans les terres, entre Tamatave et Anosi.

» Les cours d'eau sont répartis d'une manière très-inégale à Madagascar. La côte orientale est coupée, presque à chaque pas, de rivières et de torrents, et les provinces nord-ouest déversent dans la mer un grand nombre de fleuves importants. Il n'en est pas de même des regions sud et ouest, où l'on trouve des espaces de côte de cinquante lieues sans le moindre petit ruisseau. Mais, comme ce sont les sommets les plus orientaux du grand massif granitique central qui déterminent la ligne de partage des eaux, il en résulte que les rivières qui arrosent le versant oriental sont petites et que leur cours ne dépasse guère de 50 à 60 milles (1), tandis que les fleuves qui se déversent à la côte ouest ont souvent une centaine de lieues de longueur, et sont quelquefois navigables jusqu'à une assez grande distance de la mer (2).

» L'île de Madagascar, qui a de tout temps été renommée pour sa végétation luxuriante et la fertilité de son sol, ne mérite pas sa réputation. Ses provinces ne sont pas toutes riches et productives. Les plaines secondaires sont stériles, et l'on ne trouve d'habitants que sur les rives des rares cours d'eau qui l'arrosent. Toute la masse des montagnes granitiques, qui est située à l'ouest du versant oriental, est nue et aride, à l'exception des petites vallées formées par d'anciens lacs ou marais, qui ont été comblés

---

(1) Il faut excepter le Mangourou, qui court parallèlement à la côte pendant 2 degrés environ.

(2) On doit citer, entre autres, le Mangouka et le Tsidsoubon, qui prennent leur source dans la province de Betsileos, le Betsibouka et son affluent l'Ikioupa, qui sortent des montagnes d'Imerne, près de Tananarive.

par les détritus des montagnes voisines : on n'y trouve pas un arbre, sauf, çà et là, quelques petits bouquets accrochés à des ravins, pas une plante autre qu'une herbe grossière. Le versant est de ces montagnes est, au contraire assez fertile et offre une ligne non interrompue, du nord au sud, de forêts, qui se relient à celles de l'ouest, formant autour de l'île une ceinture étroite au milieu de laquelle il n'y a qu'aridité et désolation.

» Tels sont, en quelques mots, les traits principaux de l'orographie et de l'hydrographie de Madagascar. J'aurai plus tard l'honneur d'offrir à l'Acamie les tracés de mes itinéraires, dès que j'aurai calculé et discuté mes observations astronomiques et géodésiques, qui se composent de 188 latitudes prises la plupart au moyen de nombreuses séries de hauteurs circumméridiennes, de 28 longitudes fixées, les unes, par des distances ou des apozéniths lunaires, les autres par des occultations d'étoiles par la lune, et de 1500 relèvements faits au théodolite, tant pour l'hydrographie de la rivière Saint-Augustin que pour les cartes des provinces d'Imerne et d'Antsihianake. Enfin, dans les pays où les superstitions des indigènes et leur méfiance à l'égard des étrangers ne me permettaient pas de prendre ouvertement des tours d'horizon, j'ai relevé toutes mes routes à la boussole, minute par minute; mes itinéraires ont un développement d'environ 5500 kilomètres.

» J'ai de plus tenu, du 28 mai 1868 au 15 juillet 1870, aussi régulièrement que le permettent les hasards des voyages et les maladies, un registre où sont consignées, trois fois par jour, les observations du baromètre, du thermomètre et du psychromètre, avec indication du temps et des températures maximum et minimum.

» J'ai déterminé, en dix-neuf endroits différents, les coordonnées magnétiques. Mes instruments laissaient malheureusement beaucoup à désirer sous le rapport de la perfection.

» Je me suis aussi occupé d'étudier les races qui se sont accumulées et croisées à Madagascar; j'ai pris un grand nombre de mensurations sur le vivant, et j'ai recueili avec le plus grand soin tous les détails relatifs aux mœurs, à la langue et aux traditions des diverses tribus.

» En histoire naturelle, j'ai découvert plus de cinquante espèces de vertébrés, et j'ai rapporté des collections importantes d'insectes et de plantes. Je me suis principalement attaché à réunir des collections alcooliques, aussi complètes que possible, des types bizarres qui habitent cette île, pour l'étude de leur anatomie.

» A mesure que je coordonnerai les divers matériaux que j'ai rapportés, j'aurai l'honneur d'en soumettre les résultats au jugement de l'Académie. »

ARCHÉOLOGIE. — *Découverte d'instruments de pierre en Égypte, au Sinaï et au tombeau de Josué; par* **M. L'ABBÉ RICHARD.**

« Après avoir assité à l'inauguration du canal de Suez, je visitai la haute Égypte, le Sinaï et la Palestine. Quoique dans mes voyages mon principal but soit toujours l'étude des sources d'eau et des courants souterrains, l'idée de découvrir des ateliers de silex taillés m'abandonne rarement, surtout depuis que j'ai observé que c'est dans un rayon très-rapproché des *sources connues* qu'il faut chercher particulièrement ces ateliers.

» Ce fut dans le voisinage du Caire, sur la route de la forêt pétrifiée, que je trouvai les premiers spécimens. Ce sont des instruments en grès éruptif, d'assez grande dimension (25 à 30 centimètres). Ce grès semble être de la même nature que les arbres de la forêt pétrifiée. Les éruptions grésoïques, qui ont formé plusieurs monticules coniques, ont dû être accompagnées d'éruptions aqueuses, et c'est à ces éruptions d'eau chaude que j'attribuerais la pétrification de cette immense forêt dont les arbres entiers gisent à la surface du sol.

» Je trouvai d'autres instruments dans les environs de l'ancienne Thèbes. Dans l'île d'Éléphantine, j'ai recueilli une pièce d'une forme toute spéciale; elle est percée et polie : quel en est l'usage?

» Au pied du *Sinaï biblique* j'ai trouvé le plus grand des ateliers que j'aie encore vus. Il y avait des marteaux, des haches, des *nuclei*, des flèches, etc. Une flèche des plus élégantes a été trouvée dans l'Ouadi-Feran, au centre des montagnes sinaïtiques.

» Mais les instruments qui méritent, je pense, la plus grande attention, sont ceux que j'ai trouvés à Galgal, sur les bords du Jourdain, et au tombeau de Josué.

» Il est écrit dans la Bible, à la fin du Livre de Josué, que Dieu ordonne à ce chef du peuple d'Israël de faire des couteaux de pierre (*cultros lapideos*), afin de circoncire les Hébreux nés dans le désert. La version des *Septante* ajoute que Josué conserva ces couteaux, et qu'après sa mort on les mit dans son tombeau. Les traducteurs des *Septante* déclarent qu'alors ces couteaux y étaient encore.

» M. V. Guérin, envoyé en Palestine par le gouvernement français

en 1863, retrouva ce tombeau longtemps oublié ou perdu, et en établit l'authenticité dans un Rapport adressé à l'Académie en 1865. M. de Saulcy, dans son *Voyage en Palestine* (t. II, p. 233 et suiv.), confirme les caractères d'authencité du tombeau de Josué, et dit que les couteaux doivent y exister encore. Étant, l'année dernière, en Palestine, je suis allé visiter à Tibneh le tombeau, et j'y ai trouvé un grand nombre d'instruments, généralement des couteaux. Quelques-uns même, comme on peut le voir, sont encore très-tranchants. Il y a aussi des scies, des pièces plates, allongées ou arrondies.

» Quant aux conclusions que l'on peut tirer de la découverte de ces instruments, les arguments ou les objections qu'ils peuvent fournir aux théories mises en avant par les diverses écoles anthropologiques modernes, je laisse ce soin à de plus éloquents que moi. Je me contente d'exposer le fait à l'appréciation de MM. les Membres de l'Académie et des autres savants qui s'occupent de la grave question des instruments de pierre et de l'antiquité de l'homme. Je prie seulement qu'on fasse attention à la ressemblance parfaite qui existe entre les silex du tombeau de Josué, qu'on doit appeler *historiques*, et les silex que l'on veut être nécessairement *préhistoriques*. Cette identité est un fait. J'ai trouvé, entre le mont Thabor et la mer de Tibériade, sur un plateau élevé d'environ 250 mètres au-dessus du Jourdain, dans des terrains non-seulement récents, mais à la surface du sol, une hache et d'autres pièces que l'on regarde comme essentiellement caractéristiques de terrains tertiaires et quaternaires. Permettez-moi d'émettre une pensée : on veut généralement établir l'*âge* des silex taillés d'après les terrains, il me semble que c'est le contraire qu'il faut faire : ce sont les silex taillés qui doivent donner l'âge des terrains, comme les fossiles donnent l'âge des roches.

» Je termine en exprimant l'espoir que le temps est peut-être peu éloigné où la *science* sera d'accord avec la *Bible* sur l'origine et l'âge de l'homme, comme il y a accord maintenant sur l'antiquité des monuments égyptiens, les temples de Denderah, Esné, etc. »

M. Zaliwski donne lecture d'une Note relative à la force catalytique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Du profil rationnel des segments d'un piston de machine à vapeur.* Mémoire de M. H. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Ces recherches se rapportent exclusivement aux pistons dits *suédois*, qui sont maintenant les seuls adoptés dans les machines.

» Les segments, comme on le sait, sont des anneaux en acier ou en fonte, coupés suivant deux sections, d'un diamètre un peu plus grand que celui du cylindre, et que l'on engage dans des rainures circulaires pratiquées dans le piston. Il faudrait que le profil d'un segment à l'état naturel fût tel, qu'après la mise en place, il prît exactement la forme du cylindre, que ses deux extrémités vinssent se rejoindre; enfin qu'il exerçât une pression uniforme sur tout son pourtour, pour éviter l'ovalisation avec le temps. C'est la classe des profils satisfaisant à ces conditions que je me suis proposé d'étudier.

» J'établis, en premier lieu, une équation générale en coordonnées polaires, qui permet de simplifier notablement les solutions des problèmes que l'on peut se proposer sur les pièces circulaires, surtout ceux qui se rapportent aux pièces fermées. Soient :

$r = R(1+u)$ le rayon vecteur de la fibre moyenne déformée dont le rayon primitif était R, correspondant à l'angle θ;

$\mathfrak{M}$ le moment de flexion, qui est une fonction de θ.

E, I ayant la signification qu'on leur attribue dans la théorie de la résistance des matériaux, l'équation dont il s'agit est

$$\frac{EI}{R}\left(\frac{d^2u}{d\theta^2} + u\right) = -\mathfrak{M}.$$

» Si l'on peut en trouver une intégrale particulière $\varphi(\theta)$, son intégrale générale sera

$$u = \varphi(\theta) + A\sin\theta + B\cos\theta,$$

A et B étant deux constantes atbitraires.

» Revenant à la question des segments, je suppose que la forme primitive de leur fibre moyenne est peu différente d'un cercle, et je trouve que cette hypothèse est incompatible avec la forme d'un solide d'égale résistance.

» On peut cependant restreindre, dans certaines limites, la variation de

la résistance d'une section à une autre de la pièce, en prenant $v_0\left(1+\varepsilon\sin\frac{\theta}{2}\right)$ pour l'expression de la demi-épaisseur, v_0 et ε étant des constantes; dans ce cas, le problème peut être complétement résolu au moyen d'une série trigonométrique.

» Mais je me suis surtout attaché à étudier le cas où l'épaisseur est constante, qui est celui que l'on rencontre le plus souvent dans les applications. Ici la forme de la fibre moyenne est définie par l'équation polaire

$$r = \mathrm{R} - v_0 + \frac{\Gamma \mathrm{R}}{2\mathrm{E}v_0}\left[1 + \cos\theta + \frac{\sin\theta}{2}(\pi - \theta)\right],$$

dans laquelle E est le coefficient d'élasticité de la matière, Γ la force élastique maximum développée, $2v_0$ l'épaisseur, et $2\mathrm{R}$ le diamètre du cylindre. La pression p, exercée par mètre carré, par le piston sur le cylindre, est donnée par l'expression

$$p = \frac{\Gamma}{3}\frac{v_0^2}{\mathrm{R}^2}.$$

» Dans la pratique, on donne à la fibre moyenne la forme circulaire, qui ne comporte pas une fermeture rigoureuse : c'est l'un des motifs pour lesquelles on emploie plus d'un segment.

» J'ai considéré le type des segments en acier des machines à voyageurs de la compagnie de Lyon, et, en égalant à

$$\frac{1}{\pi}\int_0^\pi r\,dr$$

son rayon moyen, j'ai trouvé que : 1° $\Gamma = 28 \times 10^6$, ce qui est un peu plus du double de ce que l'on doit faire supporter à l'acier dans les constructions ordinaires pour avoir une sécurité convenable; 2° $p = 1,2 \times 10^4$, soit environ $1\frac{1}{5}$ atmosphère, d'où un frottement total de 44 kilogrammes; 3° la distance angulaire des extrémités du segment, pour qu'elles viennent se toucher après la mise en place, doit être de 7° 42'. Je termine en donnant tous les éléments numériques nécessaires au tracé de l'épure d'un segment. »

PHYSIQUE. — *Sur une machine électro-magnétique, construite en 1860, d'après le même principe que la machine de M.* Gramme. Extrait d'une Lettre de **M. A. Pacinotti** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Pise, le 20 août 1871.

» Je trouve, dans le *Compte rendu* de la séance du 17 juillet 1871, une Note de M. Gramme sur une machine magnéto-électrique produisant des

courants continus, laquelle a été construite d'après le principe de l'électro-aimant transversal que j'avais employé moi-même, en 1860, à la construction d'une machine électro-magnétique que j'utilisais également pour produire un courant induit continu. J'avais publié alors une Note contenant la description et même les dessins de ma petite machine, dans le tome XIX du journal *il Nuovo Cimento*. Je vous envoie un exemplaire de cette Note, en vous priant de vouloir bien la présenter à l'Académie, à l'appui de ma réclamation.

» Je ne conteste pas à M. Gramme le mérite d'avoir étendu le principe de l'électro-aimant transversal, en plaçant autour de lui plus de deux pôles influençants; mais je désirerais qu'il fût bien constaté que l'électro-aimant tournant, muni de son commutateur et influencé par les pôles d'un électro-aimant fixe, avait été construit par moi, dès 1860; il produisait un courant induit continu, indiquant à la boussole une assez forte intensité, pendant qu'il passait à travers un voltamètre. Ma machine est encore conservée dans le cabinet de physique technologique de l'université de Pise. »

M. Baudet adresse une nouvelle Note, concernant l'emploi de l'acide phénique dans la fabrication des cuirs et des peaux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. É. Granier adresse divers documents relatifs à son procédé de distillation des pétroles.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Combes, H. Sainte-Claire Deville.)

M. Brachet adresse une nouvelle Note relative à l'éclairage électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Pigeon adresse diverses additions aux Mémoires qu'il a déjà soumis au jugement de l'Académie, sur différentes questions de Médecine.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Poggioli adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Ménier adresse une Note relative à un système de « ballons à air chaud. »

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Rapport présenté à la Société botanique de France, sur les dégâts causés au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, par les obus de l'armée allemande, pendant le bombardement de Paris, par M. *A. Delondre*.

PHYSIQUE. — *Réponse à une Note de M.* Janssen; *par* **M. A. Cornu.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de l'une des séances précédentes, M. Janssen m'a adressé, parmi quelques témoignages d'estime dont je suis fort honoré, quelques critiques dont je n'ai pas bien saisi la portée. En lisant attentivement cette Note sur la constitution du Soleil, j'ai cherché le point sur lequel portait le désaccord que M. Janssen affirme exister entre son opinion et la mienne, relativement aux conséquences énoncées dans mon travail sur le renversement des raies spectrales; je n'ai vu aucune objection bien définie, l'auteur donnant d'abord un exposé général de ses travaux, puis l'ébauche d'un programme de recherches, parmi lesquelles on reconnaît la célèbre expérience de Léon Foucault, sur le renforcement de la raie D solaire.

» A ce propos, je désire remercier M. Janssen de l'offre généreuse qu'il veut bien me faire, en me proposant d'achever ses expériences; mais, craignant de ne pas en tirer tous les résultats que l'auteur en espère, je lui demanderai la permission de ne pas user, quant à présent, de sa bienveillante autorisation.

» S'il n'y a dans la Note en question aucune objection précise, en revanche, j'y ai vu avec plaisir la confirmation de l'une des conclusions de mon travail : « Ainsi, dit M. Janssen, il est démontré, pour certaines raies » photosphériques..., que de très-petites épaisseurs de vapeur suffisent » pour les reproduire avec leur intensité solaire. »

» Mais je regrette de voir que M. Janssen m'oppose la théorie de M. Faye, car, loin d'être en contradiction avec elle, mes conclusions la confirment sur certains points importants.

» Je demanderai donc à l'Académie la permission de maintenir les conclusions de mon travail, relatives à la constitution du Soleil, jusqu'à ce que M. Janssen ait précisé les points qu'il n'admet pas, et qu'il ait apporté des faits nouveaux, et non des hypothèses, pour les combattre. »

PHYSIQUE. — *Voyage aéronautique du* Volta, *entrepris le 2 décembre 1870, en vertu d'une mission scientifique; par* **M. J. Janssen** (1).

« On sait que l'application des nouvelles méthodes fondées sur l'analyse de la lumière a fait entrer l'étude des phénomènes des éclipses dans une phase nouvelle. Parmi ces phénomènes, deux ont principalement attiré jusqu'ici l'attention des observateurs. D'une part, ces manifestations lumineuses si singulières, qu'on a nommées les *protubérances*, et, d'autre part, la magnifique couronne de lumière qui entoure le Soleil éclipsé, et qu'on désigne généralement sous le nom d'*auréole*. Lorsque, à l'occasion de la grande éclipse du 18 août 1868, qui eut lieu en Asie, on appliqua, pour la première fois, l'analyse spectrale à l'étude de ces objets, c'est aux protubérances qu'on s'attacha d'abord, comme étant le phénomène le plus simple, et se rattachant le plus immédiatement au Soleil. Alors, on découvrit la véritable nature de ces expansions solaires, et le moyen de les étudier journellement. L'auréole fut donc nécessairement négligée et réservée pour une étude ultérieure. Depuis, les occasions d'aborder ce nouvel objet n'ont pas été favorables; aussi, l'éclipse du 22 décembre dernier, qui avait lieu si près de nous, dans le bassin de la Méditerranée, offrait-elle une occasion qu'il importait de ne pas négliger. Les nations savantes en jugèrent ainsi, et de toutes parts on se préparait à l'observation d'un phénomène qui pouvait nous faire faire un pas nouveau et décisif sur la constitution du Soleil et des régions qui l'entourent.

» En France, le Bureau des Longitudes s'était déjà préoccupé de se faire représenter en cette circonstance, et m'avait fait l'honneur de me désigner pour faire partie de la Commission qu'il devait envoyer; mais la guerre déclarée depuis semblait devoir faire abandonner ces projets, et le blocus rigoureux de Paris ajoutait encore aux difficultés.

» Cependant, dans une pensée de dévouement à la science, et jugeant que, dans les circonstances présentes, il était bon que la France n'abdiquât aucun rôle, surtout dans l'ordre intellectuel, je m'offris à l'Académie des Sciences et au Bureau des Longitudes pour accomplir ce voyage; et afin de n'avoir rien à solliciter de la puissance qui nous faisait une guerre si persistante et si impitoyable, je proposai de suivre la voie aérienne pour traverser les lignes prussiennes.

» Cette proposition fut accueillie. A la demande de l'Académie et du

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

Bureau, le Ministre de l'Instruction publique voulut bien me charger de cette mission, et y ajouta le don du ballon qui devait me transporter.

» Je n'avais jamais fait d'ascension libre, et depuis longtemps Paris n'avait plus d'aéronaute expérimenté à envoyer en province, mais je ne crus pas devoir m'arrêter devant cette difficulté, et convaincu que des connaissances théoriques mûrement acquises et l'expérience des voyages suffiraient à me donner le sang-froid et les inspirations nécessaires à la bonne conduite de mon aérostat, j'en pris la direction. Je pense que le résultat m'a donné raison.

» Le ballon qui devait m'emporter fut nommé *le Volta*, il jaugeait 2000 mètres cubes et sortait des ateliers que M. Godard dirigeait à la gare d'Orléans. Quoique construit d'nne manière rapide, il présentait des garanties suffisantes de solidité et d'imperméabilité. Gonflé depuis plusieurs semaines, il n'avait pas éprouvé de pertes sensibles. Le filet, la nacelle, les agrès m'ont paru dans d'excellentes conditions de solidité et d'agencement.

» M. Godard m'avait proposé d'ajouter au ballon une disposition dont il revendique l'invention, et qu'on pourrait appeler le *parachute équatorial*. C'est une bande d'étoffe, de un mètre de large environ, qui court autour de l'équateur du ballon, ayant son bord intérieur fixé à celui-ci, et le bord extérieur retenu de distance en distance par des fils qui le relient à la partie inférieure du filet. Dans les mouvements de descente, cette bande se gonfle et forme parachute. Sans doute la surface qu'elle présente ne serait pas suffisante pour enrayer complétement une chute rapide, mais son action modératrice paraît fort utile, soit pour ralentir des mouvements brusques de descente, soit pour solliciter l'aérostat à rester dans la couche aérienne où il accomplit son voyage.

» On sait que les ballons qui furent envoyés pendant le siége de Paris ont tous été gonflés au gaz d'éclairage, dont la densité est beaucoup plus grande que celle de l'hydrogène. L'hydrogène peut donner une force ascensionnelle de 1200 grammes environ par mètre cube; celle du gaz est très-variable suivant sa provenance, elle est en général à peine les $\frac{2}{3}$ de celle de l'hydrogène.

» Le *Volta* avait une force ascensionnelle d'environ 1400 kilogrammes répartie ainsi :

Poids de l'enveloppe du ballon, du filet, de la nacelle, des agrès....	520^{kg}
Instruments..	160
2 voyageurs..	150
Lest..	570
	1400^{k}

» Mes instruments comprenaient (1) :

» 1° Un télescope de 37 centimètres d'ouverture, réduit à ses organes essentiels;

» 2° Un télescope de 16 centimètres complet;

» 3° Une lunette de 108 millimètres d'ouverture;

» 4° Une collection d'appareils spectroscopiques, construits spécialement en vue de l'étude de l'auréole solaire; des polarimètres, baromètres, etc.

» Une difficulté qui paraissait même insurmontable aux yeux de personnes très-autorisées, était celle de faire voyager par ballon des instruments d'astronomie suffisamment puissants pour l'étude des phénomènes que nous avions à aborder. On me faisait remarquer que le transport d'un grand télescope ou d'une puissante lunette exigerait la construction d'un aérostat bien volumineux et bien dispendieux; et ensuite, ajoutait-on, que deviendront les organes si précis et si délicats de ces appareils, au milieu des chocs et des péripéties de l'atterrissage?

» Voici comment je tournai ces difficultés.

» Je réduisis les instruments à leurs organes essentiels, réservant de les faire compléter dans une grande ville, sur le chemin de la station. Mais les appareils furent montés entièrement à Paris, et tout fut disposé de manière que les parties à compléter fussent d'une exécution très-simple et en quelque sorte grossière.

» En outre, une collection très-complète d'outils et de garnitures de rechange devait permettre de remédier à tout accident. Chacune des caisses ne contenait que ce qui était relatif à un même instrument. Tous les organes y étaient emballés séparément et noyés dans un milieu de rognures de papier fortement tassées.

» Ces caisses en bois très-épais, vissées, cerclées de fer et coussinées extérieurement, auraient pu supporter une chute d'une dizaine de mètres sur le sol, sans que le contenu fût compromis.

» Le bagage était arrimé autour de la nacelle, et un peu au-dessus du fond de celle-ci, de manière à ne pas porter dans les chocs. Dans ce voyage, j'étais accompagné d'un marin, le nommé Chapelain, matelot-fusilier de la *Zénobie,* détaché au moment du siége au fort de Montrouge.

» Le départ du *Volta* eut lieu le 2 décembre, à six heures du matin, de la gare d'Orléans. M. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des

---

(1) La plupart de ces instruments sortaient des ateliers de MM. Bardou père et fils.

Sciences, me fit l'honneur d'y assister, ainsi que MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Hervé-Mangon, Gostynski, Leroux, etc.

» 6 heures. — Le signal est donné, le ballon s'élève lentement. Nous dûmes jeter successivement la valeur de quatre sacs (1) pour lui faire atteindre l'altitude de 900 mètres, minimum indispensable en présence de l'ennemi. Je ne jugeai pas à propos d'alléger davantage; le temps était beau, le soleil allait se lever et apporter bientôt l'appoint de ses rayons pour compléter notre hauteur.

» Cependant l'aube commençait à paraître et colorait déjà les régions de l'orient d'une teinte blanchâtre qui s'élevait rapidement. Mais cette lueur n'existait que pour nous : Paris était encore dans l'obscurité et ne se révélait que par les lignes ponctuées de feu qui en traçaient les grandes artères.

» L'opposition d'impression que produisaient alors les basses régions avec les nôtres était saisissante; à nos pieds, au fond d'une atmosphère lourde et obscure, l'appareil de nuit d'une grande cité dont les feux rougeâtres et vulcaniques éveillaient l'idée d'un monde inférieur avec ses appètits, ses passions, ses violences, ses misères. Et quelle coïncidence! Paris ne se débattait-il pas en ce moment même dans les étreintes ardentes d'ennemis poussés par les plus détestables instincts de domination et d'orgueil? Mais si, rompant avec ces idées, on reportait la vue dans nos régions pures, diaphanes, déjà inondées des lueurs matinales de l'aurore, quel contraste et quel soulagement! On se sentait allégé et pénétré d'un sentiment de pureté indéfinissable qui entraînait doucement la pensée dans un ordre d'idées extra-terrestres.

» Mais il fallait se dérober à ces impressions et songer à la direction du ballon.

» Prenant le centre de l'arc lumineux de l'aube, et comparant avec Paris qui fuyait rapidement derrière nous, j'en conclus, d'après la connaissance du lever du soleil en décembre, que le ballon était poussé vers le sud-ouest. Notre altitude était alors d'environ 1100 mètres; Chapelain venait de jeter peu à peu le sable d'un cinquième sac.

» $6^h 30^m$. — L'horizon s'empourpre et la lumière gagne. Paris se perd dans les feux de l'aurore.

» $7^h 15^m$. — Le jour est très-nettement accusé, nous pouvons lire facilement

---

(1) Nos sacs pesaient de 20 à 30 kilogrammes. C'est un poids trop considérable à soulever pendant les manœuvres. Il serait à propos de donner à tous les sacs de lest un poids uniforme de 10 kilogrammes.

les instruments. Le baromètre marque 646 millimètres, le thermomètre 1 degré sous zéro; le ballon semble avancer à peine, mais sa marche est plus prononcée vers l'ouest.

» Bientôt nous passons au-dessus d'une rivière, l'Eure, au nord de Chartres, laissant au sud de belles forêts qui apparaissent comme dans un plan en relief. Le baromètre marque 642 millimètres.

» $7^h 35^m$. — Le soleil se lève, le ciel est splendide. Quand le disque est entièrement dégagé, l'air se refroidit rapidement, le thermomètre tombe à 7 degrés sous zéro. L'aérostat descend, et même assez vite. Le baromètre, qui tout à l'heure ($7^h 15^m$) marquait 642 millimètres, remonte maintenant à 652 millimètres. On jette un peu de lest pour maintenir la hauteur; le baromètre accuse alors 639 millimètres, et le thermomètre 8 degrés sous zéro.

» Ainsi, par un effet remarquable, mais qui s'explique parfaitement, l'apparition du soleil, qui semblait devoir être pour le ballon une cause d'échauffement, et par suite d'ascension, se traduisit au contraire par un mouvement de descente très-prononcé. C'est que le rayonnement solaire eut d'abord pour effet de dissiper les vapeurs atmosphériques et d'augmenter, par-là, dans une proportion considérable le rayonnement du ballon vers les espaces célestes. Cette perte l'emporta tout d'abord sur le gain du rayonnement direct de l'astre, d'où résulta le refroidissement de l'aérostat, et par suite son mouvement de descente.

» Il est digne d'attention qu'au moment du lever du Soleil, la température de nos couches aériennes se soit abaissée aussi rapidement et soit descendue jusqu'à 8 degrés au-dessous de zéro. C'est là un remarquable effet de rayonnement atmosphérique vers les espaces célestes, rayonnement provoqué par la transparence de l'atmosphère devenue tout à coup beaucoup plus grande, ainsi que je l'ai constaté, quand les premiers rayons solaires eurent dissipé les vapeurs qui formaient comme un voile léger au-dessus de nous. On a observé bien souvent les effets du rayonnement nocturne à la surface du sol, mais celui de l'atmosphère elle-même ne pouvait être observé qu'au sein de cette atmosphère et à une hauteur qui mit hors de cause les effets du sol et des objets qui s'y trouvent. Maintenant, si nous remarquons que les corps solides rayonnent beaucoup plus énergiquement que les gaz, nous serons amenés à conclure que le ballon a dû perdre par cette cause, encore plus que le milieu où il était plongé, et devait, dès lors, descendre comme le baromètre l'a indiqué. Il n'est pas impossible, en outre, que l'abaissement de la température n'ait amené un

dépôt de rosée sur la paroi interne du ballon, le gaz aérostatique pouvant n'être pas absolument sec; cet effet a pu avoir une part dans le mouvement de descente, mais ce n'est pas lui qui l'a provoqué.

» Cette action des premiers rayons solaires sur les vapeurs atmosphériques constatée d'une maniere si nette, et dans les régions mêmes où elle s'est produite, est une preuve toute nouvelle et très-forte en faveur de l'opinion qui attribue à la Lune le pouvoir de dissiper des vapeurs et des nuages légers. A cet égard, le dire de nos cultivateurs sur les effets de la lune d'avril, celui des Hindous relativement à l'intervention des astres dans la production nocturne de la glace au Bengale et d'autres opinions analogues que j'ai rencontrées dans mes voyages me semblent beaucoup plus près de la vérité que l'on a voulu l'admettre jusqu'ici dans la science. La Lune doit être beaucoup plus qu'un témoin de la sérénité des nuits où elle se montre, et s'il est vrai que ses rayons ne gèlent pas directement les plantes ou ne congèlent pas l'eau, ne doivent-ils pas être considérés comme les auteurs de ces effets s'ils ont pu déchirer le voile atmosphérique protecteur de la végétation et conservateur de la chaleur terrestre (1)?

» En appelant l'attention des physiciens et des météorologistes sur ce point, je voudrais recommander, comme très-propres à résoudre la question, des observations de transparence de l'atmosphère au moment des éclipses de Lune, quand le phénomène se produit par de belles nuits.

» 8 heures. — Depuis un quart d'heure, le Soleil est tout à fait levé, et son action calorifique devient plus puissante, elle commence à se faire sentir sur l'enveloppe du ballon; celle-ci se tend visiblement, nous remontons. (Baromètre : 634 millimètres; thermomètre : 7°,5 sous zéro.)

» En cet instant nous passons à la pointe sud d'une vaste forêt.

» $8^h 5^m$. — L'effet du rayonnement se prononce de plus en plus, et quoique la température de l'air soit toujours vers 8 degrés sous zéro, le ballon continue son ascension. (Baromètre, 629 millimètres.)

» *Mouvements giratoires.* — Un mouvement sensible de giration se produit, déterminé sans doute par l'échauffement du soleil portant exclusivement sur un des hémisphères du ballon.

» Un défaut de symétrie dans la répartition de la charge de la nacelle est également une des causes qui peuvent amener le mouvement giratoire de l'aérostat On y remédie en rétablissant l'équilibre et en veillant à ce

---

(1) Dans les effets de ce genre, il faut considérer, non-seulement l'intensité des vapeurs et brouillards, mais encore leur nature, qui est variable, comme on sait.

qu'il soit maintenu; aussi quand on aura une dépense de lest à faire, je conseillerais d'emprunter ce lest à des points symétriquement placés par rapport au centre de la nacelle.

» Il est également important que l'aéronaute s'abstienne autant que possible de se déplacer pendant la marche. Ces déplacements déterminent des mouvements pendulaires très-gênants pour les observations qui doivent donner la direction et la vitesse de l'aérostat.

» *Direction de l'aérostat.* — Quand l'aéronaute dispose d'une carte topographique à grande échelle, reproduisant assez fidèlement la physionomie du pays pour qu'il lui soit facile de reconnaître les points au-dessus desquels il passe, le problème n'offre aucune difficulté; il suffit de marquer sur la carte les points successifs de la route en notant l'heure. On en conclut immédiatement la direction et la vitesse de l'aérostat.

» Mais si la carte ne présente pas les détails suffisants pour la reconnaissance du terrain, ce qui est le cas le plus général; il faut alors recourir aux instruments. J'ai donné ici (1), en Note, la description d'un appareil que j'ai imaginé, depuis ce voyage, dans cette intention; mais déjà, à bord du *Volta*, j'ai pu employer la boussole à la détermination de ma route. Voici comment :

» Je me servais de l'une des pointes de l'ancre suspendue à la nacelle, comme d'aiguille indicatrice, cette pointe traçait sur le terrain une ligne très-facile à suivre, et sur laquelle j'alignais le côté de la boîte carrée de ma boussole. La position de l'aiguille donnait alors l'angle de la route avec le méridien magnétique. Il restait à corriger de la déclinaison.

» $8^h 17^m$. — La température remonte lentement (6 degrés sous zéro) la route est à l'est-quart-sud.

» Le temps est admirable. Les mouvements de giration et de balancement sont tout à fait éteints. Il semble que nous sommes dans une immobilité absolue dans l'espace tout baigné de lumière qui nous entoure, et cependant nous faisons près de 80 kilomètres à l'heure! La contrée nous apparaît dans tous ses détails : forêts, cours d'eau, routes, chemins de fer, maisons, habitants même, car je me sers d'une lunette tout à mon aise.

» D'après mes observations, je signale ici ce fait important, qu'il serait de la plus grande facilité de se servir d'un sextant muni d'un niveau à bulle d'air, qui permettrait d'obtenir les hauteurs du soleil.

» $8^h 30^m$. — Bar., 611^{mm}; therm., -6°.

---

(1) *Voir* les séances des 27 février et 13 mars 1871.

» 8h 38m. — Bar., 604mm; therm., —6°.

» 8h 40m. — Bar., 617mm,5. Léger mouvement de descente.

» 8h 48m. — Nous passons au nord du Mans. Le plan de la ville, les routes, les chemins de fer dont les lignes serpentantes ou brisées sillonnent le grand tapis, la forêt de Bazoges, qui forme comme une toison d'un vert sombre attaché aux collines élevées que j'aperçois au nord, tout ce paysage enfin est si pur, si lumineux, l'aérostat est d'une immobilité apparente si complète, que, sans aucun doute, on réussirait ici une photographie rapide. En faveur de la possibilité d'obtenir ces épreuves, il faut remarquer que, dans un aérostat, la chambre photographique regarde la terre dans une direction normale, circonstance qui diminue beaucoup le temps de pose. On sait, en effet, que la pleine lune se photographie dans un temps incomparablement plus court que ses phases.

» Ces photographies auraient une bien grande valeur topographique. Il appartient à la France, qui a créé l'aérostation, de doter la science de cette branche nouvelle si pleine d'avenir (1).

» 9h 7m. — Bar., 594mm. Le mouvement de descente de 8h 40m n'était qu'accidentel.

» 9h 25m. — Bar., 589mm. Le mouvement ascendant général se continue.

» 9h 45m. — Bar., 584mm. Nous sommes au point le plus élevé atteint par l'aréostat, à 2000 mètres à fort peu près. (Au départ, le baromètre marquait 770 millimètres.)

» On se rappelle qu'au départ, le ballon s'était élevé à 1100 mètres par abandon de lest. Il est maintenant à une hauteur double, et cette surélévation si considérable est due tout entière à l'échauffement du gaz de l'aréostat. J'insisterai sur le mécanisme de cet échauffement, qui ne peut s'expliquer d'une manière rationnelle qu'à l'aide des propriétés de diathermanéité du gaz.

» C'est l'enveloppe qui a été l'intermédiaire et la cause de cette grande élévation de température du gaz aérostatique ; sans elle, cette masse gazeuse de 2000 mètres cubes eût été traversée par le rayonnement solaire sans échauffement bien sensible. Il y a même plus: avec un gaz plus diathermane que l'air, le gain eûr été en faveur de celui-ci, de telle sorte que si lon imagine une masse gazeuse en équilibre de pression, au sein de l'atmosphère, cette masse s'élèvera ou s'abaissera en présence du soleil, suivant que son pouvoir absorbant sera plus grand ou plus petit que celui

(1) M. Nadar s'est déjà occupé de cette question.

du milieu ambiant. Mais l'existance de l'enveloppe amène des phénomènes tout différents. Sous l'action du rayonnement solaire, celle-ci s'échauffe rapidement et énergiquement, par la raison très-simple qu'elle arrête, à titre de corps peu réfléchissant et peu transparent, la presque totalité des radiations qui la frappent. Échauffée, cette enveloppe rayonne à son tour, mais elle rayonne une chaleur très-obscure ou à grande longueur d'onde, chaleur éminemment absorbable par le gaz intérieur, et qui élève sa température jusqu'à ce que celui-ci se soit mis en équilibre calorifique avec elle. Par l'intermédiaire de son enveloppe, le gaz aérostatique a acquis ainsi la même température que s'il eût été doué du pouvoir absorbant d'un corps solide, ce qui explique alors sa grande dilatation et la surélévation considérable du ballon.

» 9^h45^m. — Nous passons au-dessus d'un camp fortifié. Il me semble que j'ai sous les yeux un de ces plans de nos villes exposés dans les combles de l'Hôtel des Invalides. Les fortifications, leur artillerie, la camp avec ses baraques et ses tentes s'aperçoivent dans tous leurs détails.

» Nous entendons une sonnerie française, mais si distinctement, que je suis tenté de chercher le clairon autour de moi. Évidemment il n'y a point accord entre la pureté, l'intensité des sons et l'éloignement de la source sonore. Le rapport qui existe à la surface de la terre entre ces deux termes est profondément modifié dans ces régions aériennes.

» 10^h30^m. — Bar., 588^{mm}. Nous descendons un peu.

» 10^h40^m. — Bar., 595^{mm}. Ce mouvement se continue. Il paraît dû à l'air qui s'échauffe actuellement plus que le ballon; le thermomètre indique 1 degré au-dessus de zéro.

» En ce moment, le ballon se trouve au-dessus de Château-Gontier, dont j'aperçois la cathédrale. Des troupes font l'exercice sur une grande place, au sud-est de la ville. En même temps, un bruit confus de voix parvient jusqu'à nous, et ma lunette me montre une grande agitation sur la place. Sans doute nous avons été aperçus, et on acclame le messager aérien qui apporte des nouvelles de Paris. Je distingue dans ce bruit, quelques éclats de voix, des parties de mots très-intelligibles. Nul doute que si, au milieu du silence des autres, un de ces hommes m'eût adressé la parole en articulant avec lenteur et avec force, je l'eusse compris. C'est un nouvel exemple de la facilité singulière avec laquelle les bruits de terre sont perçus en ballon. Il y aura à revenir sur la cause de ce remarquable phénomène.

» 11 heures. — Bar., 592; therm., + 0,8. Est-ce ce petit refroidissement de l'air qui cause notre léger mouvement d'ascension.

» Nous sommes dans une région de lacs. Le temps est toujours magnifique.

» 11^h15^m. — Bien que me sachant fort en dehors des régions envahies, je laisse le ballon continuer son beau voyage et gagner les voies ferrées du littoral de l'ouest. Mais je me tiens fort attentif, car divers symptômes m'indiquent l'approche de la mer : les lacs deviennent nombreux et marécageux, les rivières accusent, par l'élargissement de leurs lits, un pays plat et bas. Sur le fond vert sombre du tapis, leurs méandres argentés courent presque parallèlement vers le sud, paraissent se perdre dans une large traînée lumineuse, toute scintillante de points brillants que j'aperçois dans les vapeurs de l'horizon. Je traverse évidemment le réseau des affluents d'un grand fleuve près de son embouchure, et, d'après ma route, ce fleuve ne peut être que la Loire.

» En même temps j'aperçois, à travers les brumes du lointain, une petite découpure fort nette, dont la teinte tranche sur le fond général. A droite et à gauche, ses contours se perdent dans les vapeurs. Je juge aussitôt que cette découpure doit être une portion de côte visible à travers une éclaircie. Nous arrivons donc sur la mer, il faut descendre sans perdre un instant ; ayant l'œil au baromètre, je fais ouvrir la soupape que Chapelain maintient béante ; le ballon tombe, l'aiguille barométrique marche vivement et va atteindre 700 millimètres quand je fais fermer. C'est une chute verticale de 1500 mètres, dont la rapidité est nécessaire en présence de la mer, mais bien dangereuse si on ne l'enrayait pas. Aussi fais-je délester immédiatement. Au troisième sac, notre vitesse de chute est éteinte, le ballon remonte même légèrement.

» Nous sommes alors entre 400 et 500 mètres du sol. On reprend la descente. A 200 mètres, on déleste encore jusqu'à l'équilibre.

» N'ayant plus qu'une petite hauteur à franchir, et tout à fait dégagés de la préoccupation d'arrêter la vitesse acquise, nos conditions d'atterrissage sont excellentes.

» Je quitte alors le baromètre pour surveiller les banderolles et la terre. Un coup de soupape nous procure une descente qui, douce d'abord, s'accélère bientôt; les objets se rapprochent rapidement, il semble que la terre se soulève et arrive vers nous à grande vitesse. On jette la valeur de deux sacs, le mouvement mollit. A 50 mètres, je fais couper le filin qui retient les 300 mètres de grosse corde du guide-rope ; il tombe en tournoyant, et la meilleure partie du gros rouleau vient frapper le sol. A l'instant, une ondulation ascendante se produit, bientôt suivie d'une descente molle et

très-oblique, car le vent de terre était fort. Nous sommes emportés au-dessus d'une prairie qui défile rapidement sous nos pieds. Tout à coup un clocher se dresse devant nous! il faut l'éviter à tout prix; chacun lance un sac, et, d'un bond nous le franchissons; la course reprend dans un verger coupé de haies; ces obstacles sont favorables, c'est ici qu'il faut atterrir. Chapelain jette l'ancre et ouvre la soupape, nous sentons une violente secousse, l'ancre a cassé (1), et le ballon, quoique très-dégonflé, nous emporte encore; nous enfonçons quelques haies, brisons quelques branches, puis un arbre nous arrête, mais un instant seulement, car le ballon roulant de côté et d'autre se dégage et repart. Cependant la vitesse du traînage diminue sensiblement, grâce au frottement énergique de notre guide-rope de 300 mètres. Arrêté de nouveau, je crie aux paysans, qui nous suivaient en courant, de se saisir de la longue corde que nous traînions; ils se précipitent; en un instant, le guide-rope devient une grappe humaine que nous ne saurions emporter. La nacelle est entourée et maintenue, nous en sortons alors, et courons à la soupape, que nous ouvrons béante, pour achever le dégonflement.

» Notre atterrissage avait été heureux, surtout en raison du grand vent

---

(1) La partie la plus difficile et la plus dangereuse des voyages aréonautiques est l'atterrissage, à cause de la grande vitesse dont l'aérostat est doué la plupart du temps en arrivant à terre. Or, si l'on se rapporte à l'histoire des principales ascensions, on demeure convaincu que l'emploi de l'ancre a été la cause d'accidents très-nombreux. Si l'ancre casse, l'aérostat se trouve livré à lui-même et ne peut attendre son salut que dans les obstacles qu'il rencontrera, et contre lesquels il pourra se briser; si au contraire l'ancre tient, il en résulte pour la nacelle, une secousse si violente, que les dangers sont peut-être encore plus grands.

Le principe doit être d'obtenir un arrêt non pas brusque, mais progressif; cet arrêt doit être, suivant moi, demandé au guide-rope.

Dans l'atterrissage du *Volta*, l'ancre a cassé, et c'est le guide-rope dont j'avais fait tripler la longueur (300 mètres) qui nous a sauvés, car nous arrivions à terre avec une vitesse de 80 kilomètres! Le guide-rope agit par son frottement contre le sol; or, pour rendre ce frottement plus efficace, je propose d'insérer dans la corde des rognures de tôle courbées sur elles-mêmes, de manière que, dans le traînage, ces rognures puissent se charger de terre, de broussailles, etc. L'action d'une semblable corde serait extrêmement énergique, et d'autant plus grande que le traînage serait plus rapide. Le ballon serait bientôt arrêté en raison de l'énorme quantité de corps étrangers dont le guide-rope se chargerait.

Quand l'arrêt est presque obtenu, on peut utilement employer une ancre légère pour se fixer tout à fait, mais, je le répète, l'emploi de l'ancre au début me paraît on ne peut plus dangereux.

qui régnait alors; nous n'étions pas blessés, et les instruments étaient intacts (1).

» Cependant les paysans arrivent de tous côtés, et nous sommes en un instant au milieu d'une foule qui se presse et nous étouffe. Ces braves gens n'avaient jamais vu de ballon. Ils nous accablent de questions :

« Ah! c'est donc ça, un ballon, Monsieur?— Nous vous voyions bien
» là-haut, mais nous ne savions pas ce que c'était; vous n'étiez pas plus gros
» qu'un pois. — Monsieur, vous venez de Paris, souffre-t-il beaucoup? a-t-il
» des vivres pour longtemps? — Vous apportez sûrement des lettres,
» Monsieur; en avez-vous pour moi, je m'appelle un tel?... etc., etc. »

» Je satisfaisais de mon mieux à leur curiosité, quand je fus abordé par un propriétaire de la localité, M. Paul Serrant, qui se mit à ma disposition pour faire transporter l'aérostat à la gare prochaine, et me pria d'accepter l'hospitalité chez lui. Il m'apprit que nous étions au village de Briche-Blanc, commune de Beuvron, arrondissement de Saint-Nazaire. M. Serrant était à cheval, faisant une tournée dans les environs, quand il nous aperçut; il avait lancé sa monture pour nous suivre, mais nous l'avions devancé de beaucoup. Après lui arrivèrent successivement des cavaliers et des piétons qui nous suivaient depuis longtemps; car il paraît que nous avions été aperçus de toutes les communes environnantes, et qu'on courait après nous de toutes parts. On m'apprit aussi que le télégraphe avait signalé notre passage au-dessus de la ville du Mans.

» Avant de songer à nous, nous devions nous occuper du ballon. Il était alors dans un endroit marécageux; je l'en fis tirer et porter dans une prairie. On l'y étendit, on le dégagea de son filet, qui fut mis à part. Pour le dégonfler complétement, on tira l'enveloppe par ses extrémités inférieure et supérieure, de manière à la tendre fortement; et en même temps on chassait le gaz vers les ouvertures.

» Lorsque les deux hémisphères s'appliquèrent exactement l'un sur l'autre, on plia l'étoffe dans le sens de la hauteur du ballon, disposant les plis comme ceux d'un éventail. L'enveloppe formait ainsi une bande d'un mètre environ de large, épaisse de tous les plis donnés à l'étoffe. Cette bande fut roulée sur elle-même et placée dans la nacelle, préalablement garnie de paille; le filet fut placée par-dessus. Les cordages, le guide-rope, l'ancre formèrent un ballot séparé.

---

(1) C'est par erreur que les journaux ont annoncé que nos instruments avaient été brisés en atterrissant.

» Mais déjà les charrettes étaient arrivées, elles furent chargées et partirent pour la station.

» C'est alors que nous pûmes nous occuper de nous. Notre hôte nous conduisit à sa demeure, où la maîtresse de la maison nous fit l'accueil le plus gracieux et le plus sympathique.

» Il était alors 2 heures de l'après-midi, et je n'avais presque rien pris depuis la veille, aussi étais-je dans les meilleures dispositions à l'égard du déjeuner, qui en était un pour moi, dans l'acception rigoureuse du mot. Ce déjeuner avait en outre un mérite que devait apprécier un Parisien, le 2 décembre 1870; il y figurait des œufs, du beurre, de la volaille. Il est vrai que j'eus peu le loisir de savourer ces raretés gastronomiques : le bruit de notre descente s'était promptement répandu. M. le maire, M. le curé, le buraliste de la Poste, les parents, les amis de la maison se succédaient sans interruption, et, tout en s'en excusant, chacun m'accablait de questions. Mais il y avait tant de sympathie pour moi, tant d'anxiété patriotique dans ces informations sur l'état de Paris, ce grand Paris qu'on admirait, sur les souffrances de ses habitants, sur les chances de salut de la France, que j'oubliai bientôt le besoin physique et me laissai aller à ces sentiments que je partageais, du reste, si profondément. Ces préoccupations patriotiques de notre vieille Bretagne, et les sacrifices si grands qu'elle faisait alors incessamment pour repousser l'invasion, témoignaient de tout ce qu'on eût pu obtenir de la France si on eût su lui parler, l'entraîner et surtout l'organiser.

» Mais je fus bientôt tiré de ces réflexions : l'heure du départ se passait, la voiture de M. Serrant nous attendait, et, après avoir pris congé de mes hôtes, nous nous dirigeâmes rapidement vers la gare.

» Le ballon nous y attendait, et les braves paysans qui l'avaient apporté refusèrent patriotiquement toute rémunération.

» Un train spécial me conduisit à Nantes, et de là je me rendis à Tours, où j'arrivai à 11 heures du soir. J'étais parti de Paris à 6 heures du matin.

» De Tours, je me dirigeai vers Bordeaux et Marseille, où je m'embarquai pour Oran.

» En résumé, le voyage du *Volta* a prouvé la possibilité de transporter par les voies aériennes des instruments lourds et délicats; mais c'est surtout au point de vue des questions physiques de l'atmosphère qu'il me semblera intéressant, s'il peut contribuer à démontrer combien les voyages aéronautiques peuvent ouvrir des horizons nouveaux à la science, élargir

la sphère de nos études, et contribuer puissamment à résoudre tant de problèmes importants sur la Physique du globe et la Météorologie. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres du soufre.* Note de **M. G. Salet**, présentée par M. Wurtz.

« L'emploi des instruments et des méthodes dont la délicatesse et la perfection dépassent de beaucoup celles de nos organes a entraîné bien souvent des difficultés et des erreurs. Lorsqu'on applique l'analyse spectrale aux quantités de matière si faibles qui remplissent les tubes de Geissler, l'on se trouve souvent en présence d'impuretés qui ne peuvent être décelées que par la méthode spectrale elle-même : de là des incertitudes. Ces impuretés peuvent provenir non pas seulement du gaz primitif, mais de celui avec lequel on a opéré précédemment avec la machine à mercure, du mercure de cette machine, de la graisse des robinets, de l'acide sulfurique employé comme agent de dessiccation, des matières déposées à la surface du verre, de celui-ci lui-même, enfin des électrodes métalliques qui possèdent la propriété d'absorber et de laisser diffuser ultérieurement un certain nombre de gaz. On conçoit aisément que M. Angström ait pu récemment, en faisant la part de ces diverses impuretés, arriver à supprimer, comme n'appartenant pas au gaz pur, tous les spectres supplémentaires de l'hydrogène décrits par M. Wüllner. Mais il me semble que la découverte de M. Plücker n'est pas ébranlée par ces faits, ou que, du moins en ce qui concerne le soufre que j'ai étudié, il existe réellement deux spectres, l'un composé de lignes, l'autre composé de bandes, parfaitement distincts, et tous deux caractéristiques à un même degré. Le premier s'obtient avec la décharge disruptive, le second peut être produit par des décharges de moindre tension, par l'incandescence du soufre dans la flamme de l'hydrogène, enfin, avec moins de netteté, par l'absorption seule de la vapeur de soufre.

» 1. *Spectre électrique.* — J'enferme le soufre dans un tube de verre semblable à ceux de M. Plücker, mais ne présentant pas d'électrodes métalliques. Chaque extrémité du tube est entourée d'une gaîne de laiton que l'on chauffe à l'aide d'une lampe, afin de vaporiser le soufre; lorsqu'on veut faire passer l'électricité, on relie chaque gaîne aux pôles d'une bobine ou d'une machine de Holtz, et le tube s'illumine, par influence, d'une façon aussi intense que si les électrodes pénétraient dans son intérieur. Comme on a fait dans l'appareil un vide excellent pendant qu'on vaporisait une

grande portion du soufre, laquelle distillait à l'extérieur, on n'a pas à craindre la présence d'un gaz étranger; du reste, lorsqu'un pareil tube est froid, l'électricité n'y circule plus, et même, en employant des électrodes métalliques, un tube de Geissler, dans lequel on a fait le vide sur du soufre bouillant, arrête parfaitement l'étincelle. Voici les longueurs d'onde du milieu de chaque bande qu'on observe dans le spectre obtenu de cette manière, en chauffant modérément et en employant l'électricité à faible tension :

406 très-large et vague	467 fort	504,5 fort	548 fort
418 id.	470	508,5	554
431,5 fort	475	515	560
434,5 fort	479	522 fort	564
445	483	526 fort	570
448 fort	487,5	532	577
453,5	492	538	581
462	498	544	590

» Il n'y a aucune bande visible de l'hydrogène ni de l'azote.

» 2. *Spectre dans la flamme de l'hydrogène.* — Je l'ai produit en écrasant la flamme de l'hydrogène chargé de traces d'acide sulfureux contre une couche d'eau froide tombant verticalement. La belle lumière bleue qui se produit alors est facilement résolue par le prisme en bandes tout à fait semblables aux précédentes, mais dont quelques-unes sont plus lumineuses que les bandes correspondantes du spectre électrique, de façon à présenter à première vue quelques différences d'aspect. Voici leurs longueurs d'onde :

396 très-large et vague	438,5	471 fort	504
404 id.	444,5 fort	476	509
408,5 vague	448	479	515
416	453,5	483	raies faibles
419	457,5 fort	487,5	jusqu'en
427 fort	462	492	550
431,5 fort	467	498 fort	

» 3. J'ai examiné par transparence une couche de vapeur de soufre chauffé au rouge faible. Lorsqu'on emploie une lumière très-puissante, telle que celle du magnésium, on aperçoit dans le bleu quelques bandes noires qui correspondent à peu près aux longueurs d'onde suivantes :

471 465 462 très-faible 456 445 437

» Il peut y avoir quelque incertitude, parce que le magnésium fournit

des raies dans cette portion du spectre; mais néanmoins, comme on n'observe ces bandes qu'avec du soufre, je pense qu'elles sont dues à l'inversion de celles du spectre précédent.

» Tous ces résultats ont été obtenus avec un spectroscope à un seul prisme, les spectres de bandes ne supportant pas une grande dilatation comme les spectres de lignes; on ne peut donc pas compter d'une façon absolue sur le chiffre qui exprime les millioniėmes de millimètre.

» Je poursuis l'étude des spectres de bandes des métalloïdes au laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIQUE. — *Sur des tubes lumineux à électrodes extérieures.* Note de **M. Alvergniat**, présentée par M. Wurtz.

« La présence d'électrodes métalliques qui s'échauffent parfois fortement dans les tubes de Geissler a pu donner lieu, lorsqu'on analyse leur lumière au spectrocope, à des méprises nombreuses. Ces électrodes absorbent et émettent des gaz; elles peuvent provoquer des fissures dans le verre, elles se volatilisent en partie, de façon à salir la surface intérieure de celui-ci. Or il n'est pas nécessaire de placer les électrodes dans l'intérieur des tubes, ceux-ci pouvant se charger par influence, comme on l'a vu dans la Note précédente, sans que leur éclat soit considérablement diminué.

» L'électrode extérieure peut, d'ailleurs, n'être pas un manchon; elle peut être formée par un tube de verre ouvert à l'extérieur et rentrant dans l'intérieur de l'appareil; c'est dans ce tube qu'on introduit l'électrode métallique qui sert au passage de la décharge.

» On peut observer ainsi, avec un grand degré de netteté, le phénomène de la stratification. Lorsque la bobine fonctionne, on remarque la production, autour de l'appareil, d'une forte quantité d'ozone; je me propose de mettre à profit cette particularité, pour la construction d'un appareil propre à la production de ce gaz. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques faits nouveaux de caléfaction.* Note de **M. l'abbé Laborde** (Extrait.)

« Si l'on dirige sur la surface de l'eau contenue dans une soucoupe la flamme soufflée d'un chalumeau à gaz, l'eau s'échauffe peu à peu, mais on ne parvient pas à la faire bouillir; il est même difficile d'élever sa température au-dessus de 80 degrés, et l'on est étonné de voir une flamme capable

de fondre le cuivre, impuissante à faire monter l'eau à son degré d'ébullition. Si parfois quelques traces d'ébullition se manifestent vers les bords de la soucoupe, ce sont ces bords eux-mêmes qui les produisent, parce qu'ils ont été effleurés et échauffés directement par la flamme. Pour le succès de l'expérience, il faut maintenir cette flamme dans une position presque verticale et également éloignée des bords. On peut la faire barboter en quelque sorte dans le liquide, sans que la température s'élève davantage; souvent même elle s'abaisse un peu, parce qu'il faut, pour produire cet effet, rapprocher le liquide vers un point où le courant d'air est plus fort, et où la combustion des gaz n'est pas encore complète.

» On pourrait dire que la flamme soufflée détermine une évaporation plus rapide à la surface de l'eau, et en abaisse continuellement la température au-dessous du point d'ébullition : l'expérience suivante répond à cette objection. On met une certaine quantité d'eau dans la soucoupe, et l'on dirige la flamme au-dessous, jusqu'à ce que l'eau soit entièrement évaporée; on note le temps qu'il a fallu pour cette opération; puis on remet dans la soucoupe la même quantité d'eau, et l'on dirige la même flamme sur la surface. Il faut, dans ce second cas, un temps plus long pour épuiser l'eau; ce qui prouve que l'évaporation sous la flamme est au contraire moins rapide.

» Autre expérience. On place, à 1 mètre environ au-dessus du chalumeau, un vase rempli d'eau, que l'on met en communication, par un siphon, avec un tube de caoutchouc, dont l'extrémité inférieure est munie d'un tube de verre effilé. Ce tube laisse tomber verticalement un filet d'eau contre lequel on dirige la flamme soufflée. En recueillant l'eau qui a traversé la flamme, et comparant sa température à celle du réservoir supérieur, je n'ai trouvé qu'une différence de 3 degrés. La flamme ne touche sans doute pas le filet d'eau, par les raisons que j'ai données plus haut; et d'ailleurs il faut tenir compte surtout du renouvellement incessant du liquide, qui reste trop peu de temps au milieu de la flamme pour s'y échauffer beaucoup, et qui s'échauffe d'autant moins qu'il coule plus rapidement.

» Si l'on fait passer la veine liquide à travers une flamme ordinaire, moins chaude que la flamme soufflée, elle s'y échauffe davantage. Cela tient à une circonstance particulière : l'eau entraîne avec elle du noir de fumée incandescent, que l'on retrouve dans la cuvette où elle tombe.

» Si l'on substitue, au tube de verre effilé, un ajutage disposé de telle sorte qu'il produise une nappe liquide, et qu'on dirige contre cette nappe

le dard du chalumeau, l'on voit avec surprise qu'il est incapable de la percer; et, chose que l'on fait une première fois avec quelque hésitation, on peut mettre le doigt vis-à-vis, et à quelques millimètres seulement de la flamme soufflée : tant qu'il en est séparé par la nappe liquide, on ne ressent que la faible chaleur due à la radiation. Dans cette expérience, la caléfaction joue encore un certain rôle; mais c'est le renouvellement incessant de la nappe liquide qui assure au phénomène sa continuité.

» Comme conséquences pratiques, l'on voit que, dans un incendie où le foyer est hors d'atteinte, il serait parfaitement inutile de lancer l'eau sur les flammes; il vaudrait mieux la diriger sur les objets que l'on voudrait préserver de leur contact. Une conséquence plus importante, et moins connue, c'est qu'avec un ajutage convenable, disposé pour étaler l'eau en nappe, on pourrait opposer un obstacle invincible à ces flammes qui s'échappent parfois des ouvertures, et menacent les maisons voisines. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les sous-chlorures et les oxychlorures de silicium.* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille** (1).

« Dans le dernier travail que nous avons soumis à l'Académie, nous avons exposé l'ensemble des expériences qui nous ont permis de démontrer la volatilisation apparente du silicium en présence de son fluorure ou de son chlorure. Pour établir que le transport du silicium est le résultat de la décomposition, à une température voisine du rouge sombre, de composés formés à une température plus élevée, il nous a fallu varier beaucoup les conditions des expériences. Nous avons dû suivre attentivement les phénomènes qui se produisent dans ces différentes opérations, en analyser tous les produits et en comparer les résultats pour nous rendre compte de ce qu'elles présentent de commun, et de ce que chacune d'elles peut offrir de spécial ou d'accidentel. Les difficultés de cette étude expliquent pourquoi nous avons attendu plus d'une année pour publier des résultats connus de toutes les personnes qui fréquentent le laboratoire de l'École Normale, et en particulier les propriétés du sesquichlorure de silicium, dont nous avons, dès le mois de juillet de l'année dernière, montré à M. Dumas les réactions caractéristiques (2).

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inserée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) Depuis que cette Note est rédigée, nous avons eu connaissance de celle qui a été présentée lundi dernier par M. Friedel, et dans laquelle il annonce qu'il vient d'obtenir, par

» I. *Préparation des sous-chlorures de silicium.* — En faisant passer de la vapeur de chlorure de silicium sur du silicium en fusion dans un tube maintenu à une température un peu inférieure à celle du ramollissement de la porcelaine, nous avons obtenu du silicium qui se dépose sur les parois, et un liquide qui renferme, outre le bichlorure, une petite quantité de sous-chlorures. Il faut pour cela que le courant soit très-rapide et que, par suite, le refroidissement des vapeurs soit très-brusque. Quand le courant était lent, nous ne recueillions pas de quantités appréciables de sous-chlorures, ces corps ayant, au rouge sombre, une tension de dissociation considérable.

» Un seul passage du chlorure de silicium ne donne qu'une très-faible proportion de sous-chlorures; nous avons dû, pour en oblenir de plus grandes quantités, disposer l'appareil de manière à ce que le bichlorure pût repasser plusieurs fois sur le silicium, en allant alternativement dans un sens et dans l'autre, sans être jamais en contact avec l'atmosphère. Nous y sommes arrivés en fixant, aux deux extrémités du tube de porcelaine, des récipients en verre susceptibles d'être alternativement chauffés ou refroidis. Chacun de ces récipients communiquait de plus avec un long tube vertical plongeant dans le mercure et destiné à éviter tout excès de pression intérieure, ainsi que toute rentrée d'air.

» L'expérience est délicate à conduire, car il faut maintenir dans tout l'appareil la tension de la vapeur du chlorure sensiblement égale à la pression atmosphérique, pour éviter que le tube de porcelaine, fortement chauffé, ne s'aplatisse sous la pression extérieure. On doit d'ailleurs empêcher avec soin la rentrée de l'air pendant toute la durée de l'opération, car il se formerait des oxychlorures de silicium, dont quelques-uns sont extrêmement difficiles à séparer, par distillation fractionnée, des sous-chlorures avec lesquels ils se trouvent mélangés. Quand nous avions réussi à faire passer le bichlorure cinq à six fois sur le silicium en fusion, nous étions obligés de nous arrêter, le tube de porcelaine se trouvant obstrué, et

---

l'action du chlorure de mercure sur le sesqui-iodure de silicium, un mélange du bichlorure de silicium ordinaire et d'un sous-chlorure. Il pense, d'après son mode de production, que ce chlorure doit posséder la composition que M. H. Sainte-Claire Deville a déjà indiquée pour le nôtre, dans sa Communication verbale du 14 août courant. L'analyse et la détermination de la densité de vapeur de ce sous-chlorure pourront seules indiquer s'il est identique avec le sesquichlorure dont nous donnons aujourd'hui toutes les propriétés, et qu provient de réactions complétement différentes.

généralement des deux côtés à la fois, par des bouchons de silicium transporté.

» Pour obtenir un meilleur rendement en sous-chlorures, nous avons cherché à les soustraire à toute décomposition, en les refroidissant brusquement dans l'appareil lui-même. Nous avons, pour cela, employé le tube chaud et froid de M. H. Sainte-Claire Deville (1).

» Le produit brut d'une opération bien conduite renferme encore beaucoup de bichlorure de silicium, avec une certaine quantité de sous-chlorure et un peu d'oxychlorure, dont on ne peut éviter complétement la formation, par suite de la présence d'une petite quantité d'air qui se trouve dans l'appareil au commencement de l'expérience, ou qui y rentre pendant l'opération.

» La séparation du bichlorure, qui bout à 59 degrés, est très-facile, mais il n'en est pas de même des autres composés. Ils exigent des distillations répétées avec fractionnement des produits, ou l'emploi de réactifs appropriés. On arrive finalement à isoler un protochlorure et un sesquichlorure de silicium.

» II. *Propriétés du sesquichlorure de silicium.* — Ce corps est un liquide incolore et très-mobile à la température ordinaire; sa densité à zéro est 1,58.

» Refroidi dans un mélange réfrigérant, il se solidifie à 14 degrés au-dessous de zéro, en donnant de grandes lames cristallines qui rappellent celles de l'acide borique.

» Il entre en ébullition à 146 degrés et passe entièrement entre 146 et 148 degrés. La densité de sa vapeur a été prise dans un bain d'huile à 239°,4; elle est égale à 9,7 et correspond pour 4 volumes à la formule Si^4Cl^6.

---

(1) Le tube froid était traversé par un courant d'eau maintenue à 60 degrés environ, pour éviter, autant que possible, la condensation du chlorure silicique à la surface de ce tube. Le conduit intérieur communiquait avec un serpentin refroidi, qui, condensant constamment les vapeurs sorties de l'appareil, ramenait le liquide condensé dans le récipient chauffé. C'est de ce vase que partaient les vapeurs de bichlorure qui se rendaient dans l'espace annulaire où elles rencontraient le silicium fondu. Nous avions ainsi un appareil où la vapeur de chlorure de silicium circulait d'une manière continue. La seule précaution à prendre était de régler l'arrivée des vapeurs de manière à ce que leur tension fût toujours, dans le tube de porcelaine, sensiblement égale à la pression atmosphérique. Un tube vertical, communiquant par sa partie supérieure avec le tube chauffé et plongeant, par sa partie inférieure, dans le mercure, donnait à chaque instant les indications nécessaires pour arriver à ce résultat.

» Lorsqu'on chauffe fortement le sesquichlorure de silicium au contact de l'air, sa vapeur s'enflamme spontanément; en vase clos, il commence à se décomposer très-lentement à 350 degrés (mercure en ébullition); le dépôt de silicium est à peine sensible au bout de vingt-quatre heures, et cesse bientôt de s'accroître.

» La tension de dissociation de ce sesquichlorure est donc très-faible à cette température. Elle croît très-rapidement, et vers 440 degrés (soufre en vapeurs) la proportion du produit décomposé s'élève, au bout de vingt-quatre heures, à neuf dixièmes environ; elle demeure ensuite constante (1). La décomposition est sensiblement complète à 800 degrés.

» Ce corps n'est donc stable qu'au-dessous de 350 degrés ou au-dessus de 1000 degrés environ, et c'est là son caractère saillant, qui, ainsi que nous l'avons dit, ne lui est pas spécial.

» La propriété de ce corps de se dédoubler en silicium et en bichlorure dans le voisinage du rouge et de se reformer à une température un peu plus élevée aux dépens des produits de sa décomposition explique la minéralisation du silicium par le bichlorure. Le transport et la cristallisation du silicium sont donc la conséquence naturelle des variations que subit, avec la température, la tension de dissociation du sesquichlorure.

» La composition centésimale de ce sous-chlorure de silicium correspond à celle du sesqui-iodure obtenu par MM. Friedel et Ladenburg en traitant le bi-iodure de silicium par l'argent pulvérulent (2).

» Ce sesquichlorure décompose l'eau à froid en présence de l'ammoniaque avec production de silice et dégagement d'hydrogène.

» Au contact de l'eau pure à zéro, il donne un hydrate de sesqui-oxyde identique à celui que MM. Friedel et Ladenburg ont obtenu en décomposant le sesqui-iodure par l'eau.

» Nous signalerons seulement ici quelques nouvelles propriétés de ce corps, qui nous ont permis de le caractériser et de le distinguer du protoxyde de silicium dont nous allons avoir à parler. Il réduit à froid très-

---

(1) Nous avons cherché si ce sesquichlorure, maintenu pendant plusieurs heures à 250, à 350 ou à 440 degrés, ne se dédoublerait pas partiellement en un protochlorure nouveau et en bichlorure de silicium, mais l'emploi des réactions très-sensibles qui nous permettent de constater la présence de ce protochlorure n'en ont pu déceler que des traces à peine appréciables dans le produit chauffé à 250 ou à 350 degrés. A 440 degrés, le sesquichlorure se dédouble en silicium et en bichlorure sans trace de protochlorures, suivant la formule $2Si^4Cl^6 = 3Si^2Cl^4 + Si^2$.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 920.

rapidement le permanganate de potasse et très-lentement l'acide chromique; il n'agit, à la température ordinaire, ni sur le chlorure d'or ni sur l'acide sélénieux dissous dans. Lavé et séché dans le vide, il retient seulement des traces d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique quand on l'a mis en contact avec ces acides concentrés, mais il retient énergiquement l'acide nitrique, même après lavage et dessiccation dans le vide; il ne l'abandonne que sous l'influence de la chaleur, à une température peu inférieure à celle où il se transforme en silice avec ignition (1).

» III. *Protochlorure de silicium.* — C'est un liquide que nous trouvons mélangé avec notre sesquichlorure de silicium, surtout lorsque la production de ce dernier corps est accompagnée de celle d'oxychlorures à équivalent élevé. Il ne résulte pas, ainsi que nous l'avons constaté, de la décomposition du sesquichlorure de silicium aux températures de 250, 350 ou 440 degrés. Sa température d'ébullition et sa densité de vapeurs sont très-difficiles à fixer, parce qu'il retient énergiquement de petites quantités d'oxychlorures.

» Sa vapeur s'enflamme au contact de l'air à une température inférieure au rouge sombre. Il décompose l'eau en présence de l'ammoniaque, en dégageant une proportion d'hydrogène plus grande que le sesquichlorure. Au contact de l'eau à zéro, il donne un oxyde hydraté qui réduit non-seulement le permanganate de potasse et l'acide chromique comme l'hydrate de sesquioxyde, mais aussi le chlorure d'or, avec dépôt d'or métallique, et l'acide sélénieux en dissolution dans l'eau, avec précipitation de sélénium rouge. Il nous paraît, en outre, jouer le rôle de base vis-à-vis des acides énergiques (2).

IV. *Sous-fluorure de silicium.* — Ce composé prend naissance quand on fait passer un courant rapide de fluorure de silicium sur du silicium chauffé à une température voisine de celle du ramollissement de la porcelaine. Il est, comme le sesquichlorure, décomposable au rouge sombre, et donne du silicium et du bifluorure. Il faut, pour l'isoler, le refroidir brusquement par l'emploi du tube chaud et froid.

» C'est une poussière blanche très-ténue décomposant l'eau en présence de l'ammoniaque avec dégagement d'hydrogène. Il donne, au contact de

---

(1) Ces propriétés rapprochent cet oxyde des acides tantalique, niobique, titanique et même de l'acide stannique.

(2) Nous donnerons prochainement la formule de ce corps; nous ne l'avons pas encore obtenu dans un état de pureté suffisante pour que nos analyses soient bien concordantes.

l'eau à zéro, un oxyde hydraté qui réduit le permanganate de potasse et l'acide chromique, mais qui n'a d'action ni sur le chlorure d'or, ni sur l'acide sélénieux. Le composé fluoré d'où il dérive est donc un sous-fluorure, et très-probablement un sesquifluorure, mais nos analyses ne nous permettent pas encore de l'affirmer.

» V. *Production et préparation des oxychlorures de silicium.* — Dans nos premières expériences sur la volatilisation apparente du silicium au contact de son chlorure, nous avons constamment reconnu la formation de l'oxychlorure, $Si^4O^2Cl^6$, obtenu par MM. Friedel et Ladenburg (1), en même temps que nous constations celle d'autres oxychlorures moins volatils et d'un équivalent plus élevé.

» Notre attention une fois attirée sur ce point, nous avons entrepris deux séries d'expériences différentes. Dans l'une nous avons évité avec le plus grand soin la présence de l'air, et nous avons pu obtenir des mélanges de chlorures presque complétement exempts d'oxychlorures, et par suite plus faciles à isoler. Dans l'autre, nous avons au contraire recherché l'action de l'oxygène, en le faisant agir à l'état de pureté sur les chlorures et sur l'oxychlorure connu. Nous sommes ainsi arrivés à constater que le déplacement du chlore par l'oxygène se fait, dans beaucoup de cas, avec une extrême facilité. Nous avons d'abord étudié l'action de l'étincelle d'induction sur un mélange de chlorure ou d'oxychlorure et d'oxygène. Cette disposition, qui ne permet pas l'attaque des parois des vases, écartait une complication possible (2).

» Cette méthode de recherche nous ayant révélé l'existence de plusieurs corps nouveaux, nous avons dû chercher à les préparer par des procédés plus avantageux. C'est ainsi que nous sommes arrivés à constater que l'oxygène peut déplacer le chlore sous l'influence de la chaleur seule, dans un certain nombre de cas qui avaient échappé jusqu'ici à l'observation. Nous avons fait passer un mélange d'oxygène et de vapeur de l'oxychlorure, $Si^4O^2Cl^6$, dans un tube de verre rempli de fragments de porcelaine et chauffé sur une grille à gaz, en disposant d'ailleurs l'appareil

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 539.

(2) MM. Friedel et Ladenburg ont pensé qu'une partie notable, sinon la totalité, de l'oxygène de l'oxychlorure $Si^4O^2Cl^6$ a été fournie par le feldspath de la couverte des tubes de porcelaine, attaquée par le chlore dissous dans le bichlorure de silicium. Rien dans nos expériences ne nous semble nécessiter cette interprétation. L'oxygène libre nous paraît seul intervenir dans la formation des oxychlorures.

de telle sorte que le mélange gazeux puisse passer dans le tube plusieurs fois, et sans perte sensible, alternativement dans un sens et dans l'autre. A la fin de l'opération, nous avions un liquide qui, outre l'excès d'oxychlorure employé, contenait toute une série d'oxychlorures de silicium, dont nous indiquerons aujourd'hui la composition et les propriétés physiques principales; nous étudions d'ailleurs en ce moment leurs propriétés chimiques.

» Le premier oxychlorure nouveau que nous ayons obtenu est un liquide très-mobile, bouillant de 152 à 154 degrés, et dont la composition centésimale répond à la formule $Si^4O^3Cl^5$. Sa densité de vapeur, prise à 440 degrés, donne un nombre assez voisin du chiffre théorique pour que l'on soit assuré que la formule donnée correspond à 4 volumes de vapeur.

» En recueillant le produit qui distille à une température à peu près constante, vers 200 degrés, nous avons isolé un second oxychlorure de silicium, liquide incolore auquel l'analyse assigne pour composition $Si^4O^4Cl^4$, ou l'un de ses multiples. Sa densité de vapeur, prise à 440 degrés, a été trouvée égale à 15,5, ce qui conduit à doubler la formule qui devient, pour 4 volumes, $Si^8O^8Cl^8$. La densité théorique serait 15,9; la petite différence entre ces deux nombres tient à des traces du composé précédent. Cet oxychlorure donne des produits intéressants, surtout avec l'alcool et avec le gaz ammoniac.

» Un troisième oxychlorure est un liquide bouillant vers 300 degrés. Sa composition centésimale répond à la formule $Si^4O^6Cl^2$, ou à l'un de ses multiples. Sa densité de vapeur, prise à 440 degrés et trouvée égale à 31,2, conduit à quadrupler cette formule, qui devient, pour 4 volumes, $Si^{16}O^{20}Cl^{12}$. La densité théorique serait 28,2, la différence entre ces deux nombres montre que notre produit contient encore des traces de l'oxychlorure suivant.

» Nous avons trouvé un quatrième oxychlorure, liquide, huileux, qui devient pâteux au-dessous de zéro. Il bout au-dessus de 400 degrés. Sa composition centésimale indique que sa formule est $Si^4O^6Cl^2$, ou l'un de ses multiples; nous n'avons pas encore pu prendre sa densité de vapeur.

» Le dernier oxychlorure de silicium que nous ayons obtenu est solide, il ne fond pas à 440 degrés. Sa composition centésimale répond à la formule Si^4O^7Cl et à ses multiples. Il est soluble dans les oxychlorures précédents. Cette dissolution devient opaline dès qu'on la concentre par distillation.

» Nous avons ainsi isolé successivement les divers termes de la série des oxychlorures de silicium, qui sont représentés ci-dessous :

Formule la plus simple.	Formule correspondant à 4 vol.	Température d'ébullition.
Si^4OCl^7 (1)	»	»
$Si^4O^2Cl^6$	$Si^4O^2Cl^6$	136° à 139°
$Si^4O^3Cl^5$	$Si^4O^3Cl^5$	152° à 154°
$Si^4O^4Cl^4$	$Si^8O^8Cl^8$	198° à 202°
$Si^4O^5Cl^3$	$Si^{16}O^{20}Cl^{12}$	vers 300°
$Si^4O^6Cl^2$	»	au-dessus de 400°
Si^4O^7Cl	»	solide à 440°

» Le terme $Si^4O^2Cl^6$ était seul connu. Il a été découvert par MM. Friedel et Ladenburg, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

» *Oxychlorures de bore, de titane et de zirconium.* — Le même mode d'action directe de l'oxygène sur des chlorures nous a permis de préparer plusieurs oxychlorures de bore, de titane et de zirconium. Nous avons constaté que, dans les conditions de nos expériences, c'est-à-dire en opérant dans un tube de verre chauffé sur une grille à gaz, l'oxychlorure de zirconium qui se produit le plus facilement est un corps solide, volatil, dont la composition centésimale correspond à la formule $Zr^4O^2Cl^6$: c'est le correspondant de celui des oxychlorures de silicium qui se forme avec le plus d'abondance. Parmi les oxychlorures de titane, celui qui se produit le plus facilement dans ces circonstances est solide, sa composition centésimale répond à la formule $Ti^4O^6Cl^2$. Quant aux oxychlorures de bore dont nous avons constaté la production, nous avons dû remettre leur séparation à une époque où la température extérieure moins élevée ne nous exposerait pas à perdre d'aussi grandes quantités du chlorure de bore, qui bout, comme on le sait, à 17 degrés.

» En résumé, l'étude des conditions nécessaires à la volatilisation apparente du silicium et l'examen des produits qui l'accompagnent nous ont fait découvrir plusieurs composés nouveaux, parmi lesquels nous avons pu isoler un sous-fluorure et deux sous-chlorures de silicium. De plus, ces recherches nous ont conduits à remplacer directement le chlore par l'oxygène dans un certain nombre de chlorures, et à préparer plusieurs séries d'oxy-

(1) Nous avons obtenu une petite quantité d'oxychlorure bouillant aux environs de 125 degrés, et dont la composition répond à la formule Si^4OCl^7. Nous en préparons davantage, de manière à déterminer sa température d'ébullition et sa densité de vapeur.

chlorures, parmi lesquelles celle très-nombreuse et très-régulière des oxychlorures de silicium, dont un seul terme était connu. L'application de ce procédé d'introduction directe de l'oxygène à la place du chlore dans beaucoup de chlorures, nous a donné des produits nouveaux, qui permettront, quand leur étude sera complète, d'établir des rapprochements intéressants entre les propriétés du bore et du silicium d'une part avec celles du carbone, et de l'autre avec celles du titane et du zirconium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitro-éthal, le nitroglycol et la méthode générale de transformation des alcools en éthers nitriques correspondants; par* **M. P. Champion.**

« On introduit peu à peu l'éthal en poudre dans le mélange d'acide sulfurique et azotique monohydraté. La réaction s'opère sans dégagement notable de chaleur. L'éthal se transforme, par l'agitation, en un produit laiteux qui vient surnager le liquide; on le décante et on enlève par le lavage les dernières traces d'acide. Cette opération se fait rapidement en dissolvant le nitro-éthal dans l'éther et agitant la solution, à plusieurs reprises, avec de l'eau distillée. Le produit obtenu, évaporé à l'air libre, puis dans le vide, se présente sous la forme d'un liquide huileux, sensiblement incolore, si on a employé l'éthal pur.

» Le nitro-éthal se décompose par la chaleur en laissant un résidu charbonneux. Il brûle difficilement. Projeté sur une plaque fortement chauffée, il prend l'état sphéroïdal et brûle avec une flamme fuligineuse. Il est peu soluble dans l'alcool froid; sa solubilité augmente avec la température; il se dissout dans l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme. L'alcool amylique et méthylique n'en dissolvent qu'une faible quantité. Il se prend en masse entre $+10^{\circ}$ et $+12^{\circ}$. On peut l'obtenir sous forme de longues aiguilles aplaties en le refroidissant lentement. L'acide sulfurique concentré le décompose. Sa densité est 0,91.

	Théorie.	Analyse.
Carbone	66,89	66,29
Hydrogène	11,49	11,48
Oxygène	16,75	17,19
Azote	4,87	5,04
	100,00	100,00

correspondant à la formule

$$C^{32}H^{33}O^{2}(AzO^{4}).$$

» *Nitroglycol.* — Ce corps, étudié par M. Henry, s'obtient par l'action

de l'acide nitrosulfurique sur le glycol (1). Les conditions de préparation sont les mêmes que pour la nitroglycérine. La température doit être maintenue au-dessous de 30 degrés. Le bicarbonate de soude peut servir à enlever les dernières traces d'acide.

» Dans nos expériences, le maximum de rendement a été de 200 à 210 pour 100 de glycol. On l'obtient avec les proportions suivantes :

Acide azotique fumant	100gr
Acide sulfurique à 66 degrés	200
Glycol	42

Perte calculée d'acide azotique. 26 pour 100 (2)

» On peut en préparer rapidement une grande quantité, en suivant la méthode décrite par nous pour la préparation de la nitroglycérine. La nitroglycérine est un liquide incolore très-mobile, doué d'une saveur sucrée et possédant des propriétés toxiques. Ses vapeurs amènent une lourdeur suivie de tendance au sommeil. Sa densité est de 1,48. Sa volatilité, faible à la température ordinaire, devient considérable à 100 degrés. Cette différence de volatilité entre le nitroglycol et la nitroglycérine est en rapport avec les différents points d'ébullition du glycol et de la glycérine. Le nitroglycol est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'éther, l'alcool; il détone fortement par le choc. Maintenu pendant deux heures à — 15 degrés, il n'a pas cristallisé. Projeté sur une plaque chauffée, il présente les caractères suivants :

185°, volatilisation;
230°, volatilisation avec formation de vapeurs jaunes;
295°, état sphéroïdal.

Nous n'avons pu le faire détoner par cette méthode.

» Le nitroglycol, en présence d'une solution bouillante de potasse, se décompose, la liqueur brunit, et il se forme du nitrate; à 130 degrés la décomposition est rapide, le glycol est régénéré.

» Nous ajouterons à ce qui précède le résultat d'essais que le Dr G. Bergeron a bien voulu faire avec nous, sur les propriétés toxiques de ce composé.

» Le nitroglycol, à haute dose, est un poison actif. Il donne lieu, quand

---

(1) *Société chimique*, septembre-octobre 1870, p. 247.

(2) Ces proportions ont été déterminées en arrêtant l'introduction du glycol lorsqu'une nouvelle addition n'amène pas d'élévation sensible de température.

on respire ses vapeurs, même en faible quantité, à de la somnolence et à des maux de tête intenses et continus. Introduit sous la peau d'un animal de petite taille, d'un rat, à la dose de $\frac{1}{2}$ centimètre cube, il donne lieu à des phénomènes très-nets : après une heure environ, l'animal est pris de somnolence et de vertige, il tombe bientôt sur le côté, dans un état comateux; cet état se termine par un hoquet convulsif, le relâchement des muscles et la mort. Huit à dix gouttes de nitroglycol sous une cloche suffisent pour produire, sur un oiseau, les mêmes phénomènes d'empoisonnement.

» Cette Note a seulement pour but d'établir l'action toxique du nitroglycol : le mode d'action de ce poison, les phénomènes intéressants auxquels il donne lieu, feront de notre part l'objet d'une Communication plus étendue, lorsque nous aurons terminé les expériences que nous avons entreprises sur ce sujet.

» En étudiant le mode de formation d'un certain nombre d'éthers, nous avons été conduits à penser que l'emploi de l'acide nitrosulfurique pourrait servir comme méthode générale de préparation des éthers nitriques. La température des acides doit parfois être abaissée considérablement. C'est ainsi qu'il suffit d'éviter une élévation de température supérieure à 30 degrés, pour préparer la nitroglycérine et le nitroglycol; par exemple, le mélange doit être maintenu à — 15 degrés pour la préparation des éthers éthylazotique, amylazotique, etc.

» En partant de ce principe, nous avons pu obtenir directement l'éther caprylazotique, préparé déjà par M. Bouis par la réaction de l'éther capryliodhydrique sur le nitrate d'argent. Il suffit d'introduire goutte à goutte l'alcool caprylique dans le mélange des acides, en évitant que la température dépasse 10 degrés au-dessous de zéro. On sépare, au moyen de l'eau froide, le produit qu'on dissout dans l'éther et qu'on lave jusqu'à entraînement des dernières traces d'acide.

» Cette méthode paraît s'appliquer aux divers groupes d'alcool, ainsi que l'indique le tableau suivant :

Alcools monoatomiques...	éthyle amyle méthyle éthal	nitrique.
Alcool diatomique........	glycol	nitrique.
» triatomique.......	glycérine	
» tétratomique......	érythrite	
» hexatomique......	mannite	

» La même méthode permet d'obtenir aussi un grand nombre de composés chloro- et bromonitrés (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations magnétiques de* 1870. Note de **M. Diamilla Muller**, présentée par M. Le Verrier.

« Dans le but de déterminer le rapport existant entre les variations diurnes du magnétisme terrestre et l'angle horaire du Soleil, j'avais proposé, l'année dernière, d'observer, de dix en dix minutes, pendant vingt-quatre heures, sur toute la surface du globe, la marche de l'aiguille aimantée.

» L'observation a eu lieu à partir de minuit du 29 à minuit du 30 août 1870, temps moyen de Paris, dans près de 250 stations, dont 125 dans l'hémisphère boréal, et 138 dans l'hémisphère austral. Partout on a observé l'aiguille de déclinaison, et, dans les stations où l'on possédait les instruments nécessaires, on a observé aussi l'inclinaison et l'intensité. Dans quatre stations, on s'est servi, comme contrôle, des instruments à enregistrement photographique. Le dépouillement des observations de la déclinaison est achevé, il sera publié dans le courant de l'année prochaine : ces observations donnent une série de plus de 36000 données. Voici les faits les plus saillants que j'ai pu constater :

» 1° La marche des variations diurnes de l'aiguille aimantée se répète successivement sur toute la surface du globe suivant le temps local, c'est-à-dire que les variations magnétiques se reproduisent sous une forme identique, en suivant la marche du Soleil;

» 2° L'amplitude de ces variations, ou, pour mieux m'exprimer, la valeur angulaire de ces variations augmente de l'équateur aux pôles; mais, tout en s'élargissant, on voit répéter toutes les ondulations;

» 3° Les courbes graphiques donnent au coup d'œil la différence de longitude des lieux de l'observation, et elles deviennent presque parallèles si on les rapporte au méridien du lieu de l'observation;

» 4° Dans les observations de la déclinaison absolue, la variation annuelle sur toute la surface du globe augmente ou diminue proportionnellement, suivant la valeur de l'angle formé par l'aiguille avec le méridien astronomique; cette variation annuelle est de 2 minutes près de la ligne

(1) Ces études ont été faites avec le concours de notre collaborateur M. H. Pellet.

zéro, ou sans déclinaison, et elle est de 7 minutes, dans les points où la déclinaison magnétique est égale à 14 degrés; cette proportion se montre symétriquement à droite et à gauche de la ligne sans déclinaison, c'est-à-dire pour les points où la déclinaison est orientale, et pour ceux où elle est occidentale;

» 5° Il serait très-utile, pour la navigation, de corriger les cartes magnétiques de l'Amirauté anglaise.

» A la suite de cette observation simultanée du 30 août, j'ai proposé de suivre avec la plus grande attention les variations de l'aiguille aimantée à l'occason de l'éclipse totale du Soleil qui a eu lieu le 22 décembre 1870. A cet effet, j'ai fait partie de la Commission scientifique nommée par le gouvernement italien pour étudier ce phénomène solaire en Sicile.

» Pour bien déterminer la marche de l'élément magnétique dans les différentes stations, j'avais établi une série d'observations horaires pendant vingt jours avant l'éclipse. Ces observations sont devenues continues, c'est-à-dire de deux en deux minutes, la veille, le jour de l'éclipse et le lendemain. De cette manière, les précautions nécessaires étaient prises contre toute espèce de malentendu ou de surprise.

» La marche régulière de l'aiguille aimantée était celle-ci : *minimum* de déclinaison, de minuit à 2 heures du matin; *maximum*, de midi à 2 heures, en décrivant une courbe régulière entre ces deux extrêmes, dont l'amplitude variait de 10 à 16 minutes.

» Pendant les heures de l'éclipse, l'aiguille aimantée aurait dû, en suivant sa marche régulière, constatée pendant vingt jours consécutifs, se trouver dans sa période ascendante, c'est-à-dire que la déclinaison devait augmenter, de l'est à l'ouest, jusqu'à son maximum, vers 2 heures de l'après-midi.

» Au lieu de cela, aussitôt constaté le premier contact de la Lune et du Soleil, le mouvement ascensionnel de l'aiguille s'arrêta tout à coup, rebroussa chemin, et, la valeur de la déclinaison diminuant au fur et à mesure que le disque du Soleil s'éclipsait, on arriva au *minimum* de déclinaison à $1^h\,58^m$ (temps moyen de Terranova, lieu de l'observation), juste au moment de la totalité de l'éclipse, quand la déclinaison aurait dû être à son *maximum*.

» A partir de ce moment jusqu'au dernier contact, c'est-à-dire au fur et à mesure que le Soleil reparaissait, commença de nouveau le mouvement ascensionnel de l'aiguille, qui, à la fin de l'éclipse, se retrouva exactement

dans la même position qu'elle avait abandonnée au commencement du phénomène.

» Le lendemain, l'aiguille avait repris sa marche régulière.

» Ce phénomène, observé en Sicile par moi, a été constaté par M. de Gasparis à Naples, au Collége Romain; à Florence, à Bologne, à Gênes et à Moncalieri.

» Par conséquent, pendant l'éclipse du Soleil du 22 décembre 1870, la marche des variations diurnes a été intervertie. L'amplitude de cette interversion diminue à mesure que l'on s'éloigne de la ligne de la totalité.

» Tous les détails de ces observations seront publiés sous peu, par les soins du gouvernement italien. Il est incontestable qu'avant de formuler une conclusion sur un phénomène aussi important, il convient de vérifier s'il se répète dans les mêmes conditions pour d'autres éclipses du Soleil. »

M. Pellerin adresse un projet de machine pneumatique.

M. A. Guiot adresse un Mémoire sur la destruction des torpilles sous-marines.

M. Pinzani adresse une Lettre relative au traitement de la cataracte.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 août 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Transactions... *Transactions de la Société zoologique de Londres*, t. VIII : 3e, 4e et 5e parties. Londres, 1870; 3 liv. in-4°.

List... *Liste des Membres de l'Institution des Ingénieurs civils, 8 août* 1871. Londres, 1871; br. in-8°.

Annual... *Rapport annuel des Curateurs du Musée de Zoologie comparée au Collége Harvard, de Cambridge, avec le rapport du directeur pour les années* 1869 *et* 1870. Boston, 1870-1871; 2 br. in-8°.

Illustrated... *Catalogue illustré du Musée de Zoologie comparée au Collége Harvard*, n° 3 : *Monographie des Astacidés de l'Amérique du Nord; par* MM. HERMANN *et* HAGEN. Cambridge, 1870; grand in-8°, avec planches.

Bulletin... *Bulletin du Musée de Zoologie comparée au Collége Harvard :* t. II, n°s 1 à 3; t. III, n° 1. Cambridge, sans date; 4 liv. in-8°.

On the... *Sur la physiologie des ailes; par* M. J.-B. PETTIGREW. Édimbourg, 1871; in-4°, avec planches. (Extrait des *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXVI.)

Cholera... *Le choléra, ses causes et ses remèdes; par* M. J. WALLACE. Belfast, 1866; br. in-8°.

Sulle... *Sur les observations spectroscopiques des bords et des protubérances solaires faites à l'Observatoire de l'Université royale du Capitole;* 4e Note du prof. L. RESPIGHI. Rome, 1871; in-4°.

Vierteljahrsschrift... *Revue trimestrielle de la Société Astronomique allemande,* t. VI : octobre 1870; janvier et juin 1871; Leipzig, 3 n^os^ in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 août 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémorial du Dépôt général de la Guerre, imprimé par ordre du ministre, t. X, *contenant la description géométrique de l'Algérie*. Paris, 1871; in-4°. (2 exemplaires.)

Sur les poissons fossiles observés par M. V. Thiollière *dans les gisements coralliens du Bugey; par* M. P. GERVAIS. Paris, 1871; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société Géologique de France.*)

Extrait du dictionnaire encyclopédique des sciences médicales publié sous la direction du Dr A. Dechambre : Mammifères; par M. P. GERVAIS. Paris, 1871; in-8°.

Remarques sur l'anatomie des Cétacés de la division des Balénidés, tirées de l'examen des pièces relatives à ces animaux, qui sont conservées au Muséum

d'Histoire naturelle; par M. P. GERVAIS. Paris, 1871; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

Résumé des observations sur la météorologie, sur le magnétisme, sur les règnes végétal et animal, etc. Bruxelles, sans date; in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées aux frais de l'État; par le Directeur M. A. QUETELET; t. XX. Bruxelles, 1870; in-4°.

Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique : t. XXXV, 1870; t. XXXVI, 1871. Bruxelles, 1870-1871; 2 vol. in-4°.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; t. XXXVIII. Bruxelles, 1871; 1 vol. in-4°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. A. QUETELET. 1871, 38e année. Bruxelles, 1870; in-18.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1871, 37e année.

Note sur les tremblements de terre en 1868, *avec suppléments pour les années antérieures, de* 1843 *à* 1867 (26e *relevé annuel*); *par* M. ALEXIS PERREY. Sans lieu ni date; in-12. (Présenté à l'Académie royale de Belgique, le 5 février 1870.)

Examen de la théorie des systèmes de montagnes dans ses rapports avec les progrès de la stratigraphie; par M. A.-CH. GRAD. Paris, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr RENARD; année 1870; nos 1 et 2. Moscou, 1870; 2 vol. in-8°.

Lois fondamentales de la médecine, à l'usage et à la portée de tous, etc.; par M. E. LOBGEOIS. Saint-Quentin, 1871; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

Manuel opératoire des résections; par M. A. DUBRUEIL. Paris, 1871; in-8°, avec figures.

Essais sur l'emploi de divers alliages, et spécialement du bronze phosphoreux, pour la coulée des bouches à feu; par MM. MONTEFIORE-LEVI *et* C. KUNZEL. Bruxelles, 1871; in-4°.

Société pour l'instruction élémentaire fondée en 1815 : 56e *assemblée générale annuelle, séance publique tenue le dimanche* 6 *août* 1871; *Allocution prononcée par* M. le Dr HERPIN. Paris, sans date; br. in-8°. (4 exemplaires.)

Société botanique de France. Bombardement du Muséum d'Histoire naturelle de Paris par l'armée allemande en janvier 1871 : *Rapport présenté à la Société dans la séance du* 27 *janvier* 1871; *par* M. A. DELONDRE. Paris, sans date; br. in-8°.

Progrès récents de l'acclimatation des Cinchona *dans les Indes britanniques. Essai d'acclimatation de divers végétaux au Jardin gouvernemental d'Ootacamund; par* M. A. DELONDRE. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Acclimatation.*)

De l'isolement des aliénés considéré comme moyen et comme mesure d'ordre public; par M. le Dr L. LUNIER. Paris, 1871; br. in-8°.

Étude médico-légale sur l'état mental de M. du P...; par MM. ROUSSELIN *et* LUNIER. Paris, 1870; in-8°.

De l'imitation considérée au point de vue des différents principes qui la déterminent; par M. P. DESPINE (de Marseille). Paris, 1871; br. in-8°.

De la contagion morale : faits démontrant son existence; son explication scientifique; par M. P. DESPINE. Paris; 1870; br. in-8°.

Explication d'une coupe transversale des Pyrénées françaises passant par Luchon et Montréjeau, etc.; par M. LEYMERIE. Toulouse, 1870; br. in-8°.

Faculté des Sciences de Montpellier. Discours prononcé aux funérailles de M. Legrand, ancien professeur d'astronomie; par M. COMBESCURE. Montpellier, sans date; opuscule in-4°.

Descrizione... *Description d'une machine électro-magnétique; par* M. A. PACINOTTI. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Il... *Le magnétisme terrestre dans l'éclipse totale de soleil du* 22 *décembre* 1870; *par* M. D. MULLER. Florence, 1871; opuscule in-4°.

Fisica... *Physique du globe. Sur les courants atmosphériques et leurs rapports avec le magnétisme terrestre; par* M. D. MULLER. Florence, 1870; in-4°.

Variazioni... *Variations de la déclinaison magnétique observées dans tous les points du globe pendant la nuit du* 29 *au* 30 *août* 1870. *Lettre de* MM. D. MULLER *et* DENZA. Turin, 1871; in-4°.

Osservazioni... *Remarques sur la perturbation de l'aiguille magnétique à l'occasion de l'éclipse totale de soleil qui aura lieu le* 11 *décembre, et sera visible en Australie; par* M. D. MULLER. Florence, 1871; in-4°.

Wilhelm Ritter von Haidinger; par M. E. DOLL. Vienne, 1871; br. in-8°.

Der... *Le* 8 *novembre* 1845. *Souvenir du jubilé. Coup d'œil rétrospectif sur*

les années 1845 *à* 1870; *par* MM. W.-R. DE HAIDINGER *et* E. DOLL. Vienne, 1870; br. in-8°. (Extrait du *Die Realschule.*)

Biographisches... *Lexicon biographique de l'empire autrichien; par* M. C. WURZBACH. Vienne, 1871; br. in-8°. (Extrait du même Recueil.)

Die... *Sur la carte générale de la monarchie austro-hongroise, exécutée sous les auspices de l'Institut impérial géologique; par* M. F.-R. DE HAUER. Vienne, 1871; br. in-8°. (Extrait du même Recueil.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES.. — *Note sur la théorie de la Lune d'*Aboul-Wefâ; *par* **M. Bertrand.**

« Une petite portion seulement du traité d'astronomie d'Aboul-Wefâ est parvenue jusqu'à nous. Un fragment, de cinquante lignes environ, relatif à la théorie de la Lune a été souvent cité et minutieusement étudié. Il aurait, en effet, une grande importance historique si, comme on l'a prétendu, on y pouvait voir la preuve que les astronomes arabes, au xe siècle de notre ère, connaissaient l'inégalité nommée *variation* et déduite, six siècles plus tard, des observations de Tycho Brahé.

» Le texte arabe, d'après les traductions soigneusement revues et discutées, permet-il cette interprétation? telle est la question que je veux traiter. Elle n'est pas nouvelle, l'Académie le sait, bien des pages ont été écrites et lues devant elle en faveur des deux opinions opposées. Le doute, cependant, subsiste encore dans beaucoup d'esprits, et, circonstance bien étrange, tous ceux qui ont étudié la question, qu'ils se prononcent dans un sens ou dans l'autre, condamnent avec la même conviction le système proposé par leurs adversaires.

» On résoudrait la question plus aisément, je le crois, si, comme je veux

le faire ici, on consentait à restreindre le débat en étudiant purement et simplement le texte. Je ne chercherai donc ni si la découverte était possible au Xe siècle, ni même si elle était facile ou difficile à faire avec les instruments des Arabes, si les races sémitiques sont douées ou non de l'esprit d'invention scientifique...: de telles questions, quel qu'en soit l'intérêt, ne sauraient hâter la conclusion du débat; il est trop évident que, sur leur solution, on ne se mettra jamais d'accord.

» La traduction du texte d'Aboul-Wefâ a déjà paru dans les *Comptes rendus*, tome II, page 203. Je demanderai cependant la permission de le reproduire; il est indispensable à la courte discussion que je veux entreprendre :

« Section X. De la troisième anomalie (ou inégalité) de la Lune, appelée *muhazat* » (*prosneuse*).

» *Item*, après avoir déterminé les deux anomalies dont nous venons de donner la description, et que nous avons expliquées, l'une par le moyen d'un épicycle, savoir la première » anomalie, que nous avons vue constamment lors des conjonctions et des oppositions, et » dont nous avons reconnu la grandeur par des observations consécutives; ayant trouvé » que, dans ces mêmes temps, elle ne s'élève pas au-delà de cinq degrés environ, mais qu'elle » y peut être moindre, et même quelquefois tout à fait nulle, tandis qu'en d'autres temps, » c'est-à-dire hors des conjonctions et oppositions (l'auteur arrive ainsi à la seconde inégalité), nous avons vu qu'elle peut être plus grande, parvenant à son *maximum*, comme » nous l'avons reconnu, lorsque la Lune et le Soleil sont près de la quadrature, et pouvant » alors augmenter de deux degrés deux tiers environ, quoiqu'elle puisse être moindre et » même nulle; et nous avons expliqué cette modification (de la première anomalie par la » seconde) au moyen d'un excentrique.

» Or, après avoir déterminé ces deux anomalies et l'excentricité, savoir la distance du » centre de l'excentrique au centre du zodiaque, nous avons trouvé encore une troisième » anomalie, qui a lieu lorsque le centre de l'épicycle est entre l'apogée et le périgée de l'excentrique, et qui atteint à son *maximum* lorsque la Lune est en trine et en sextile avec le » Soleil environ, mais qui n'a pas lieu et que nous n'avons reconnue ni dans les conjonctions » et oppositions ni dans les quadratures.

» Ainsi, après que nous avons eu déterminé le mouvement de la Lune en longitude et son » mouvement en anomalie, nous avons considéré le temps où, par rapport à l'épicycle, il » n'y a pas d'anomalie; c'est-à-dire le temps où la Lune est à l'une ou l'autre distance, apogée et périgée, de l'épicycle; car, lorsque la Lune est dans l'un ou l'autre de ces deux » points, elle n'éprouve aucune des deux (premières) anomalies, et son mouvement devrait » être égal au mouvement moyen, savoir à celui qui a lieu autour du centre du monde.

» Mais, lorsque dans cette circonstance la distance entre la Lune et le Soleil est telle que » nous l'avons dit, nous lui avons trouvé (à la Lune) une troisième anomalie d'environ une » demie et un quart de degré (quarante-cinq minutes) à peu près. Pour cela, nous avons » observé la Lune dans les temps indiqués, et nous avons eu son lieu vrai dans un des degrés du zodiaque (sphère des signes). Nous avons en même temps cherché son lieu par le » calcul, que nous avons corrigé par les deux anomalies ci-dessus décrites, et nous l'avons

» trouvé plus grand ou plus petit que celui-là d'environ une demie et un quart de degré; et » nous avons trouvé que cette anomalie est au-dessous de cette quantité, lorsque la distance » de la Lune au Soleil est plus petite ou plus grande que le sextile ou le trine. D'après cela, » nous avons reconnu qu'elle existe indépendamment des deux autres que nous avons pré- » cédemment décrites; or cela ne peut avoir lieu que par l'effet d'une *déclinaison* (change- » ment de position ou de direction) du diamètre de l'épicycle à l'égard du point autour » duquel se fait le mouvement égal ou moyen, savoir le centre du zodiaque.

» Le diamètre de l'épicycle ne peut *décliner* (changer de position à l'égard) du point au- » tour duquel a lieu le mouvement moyen, sans qu'il arrive à la Lune une anomalie dans » le zodiaque (sphère des signes), et cela parce que l'apogée de l'épicycle varie et que la » ligne menée du centre du zodiaque au centre de l'épicycle ne passe plus par le lieu où elle » passe dans les temps où le centre de l'épicycle est vers l'une ou l'autre distance, apogée » ou périgée, de l'excentrique, et qu'ainsi il y a variation dans la distance de la Lune à » l'apogée de l'épicycle (projeté sur la sphère des signes).

» Quant au mouvement de la Lune sur son épicycle, nous avons établi qu'il commence » à l'apogée, lorsque le centre de l'épicycle est vers l'une ou l'autre distance, apogée ou » périgée, de l'excentrique; et, après avoir considéré attentivement ce que nous avons ex- » posé et déduit pour *ce point*, nous avons trouvé que sa distance au centre du monde, vers » le côté du périgée de l'excentrique, sur la ligne qui passe par les centres, est égale à la » distance qui est entre le centre du zodiaque et le centre de l'excentrique. »

» La traduction précédente est celle de M. Sédillot. Les philologues qui l'ont examinée et discutée en reconnaissent l'exactitude. Un seul point est contesté, et nous en prenons note, c'est le sens attribué aux mots *trine* et *sextile* (tathtilh et tasdis), où M. Sédillot croit voir les octants, tandis que d'autres traducteurs affirment qu'ils signifient *le tiers* et *le sixième* de la circonférence. Des textes arabes dont le sens est certain sont produits en faveur des deux opinions; mais, il faut le dire, le sens étymologique est absolument favorable à la seconde.

» Adoptons d'abord cependant le sens proposé par M. Sédillot.

» Si l'on veut bien relire avec attention la version ainsi précisée, on y reconnaîtra des contradictions indépendantes de l'opinion adoptée sur les conclusions à déduire de l'ensemble du fragment.

» L'auteur arabe annonce (ligne 16) qu'il a *trouvé* une troisième anomalie qu'il faut joindre aux deux inégalités précédemment décrites, et qui sont celles de Ptolémée. Notons, en passant, qu'il déclare également, et dans les mêmes termes, avoir *trouvé* les deux premières.

» Quoi qu'il en soit, cette troisième inégalité est définie, démontrée et décrite de trois manières :

» Par l'indication des positions pour lesquelles elle est nulle ou maxima (lignes 17 et 18);

» Par l'indication numérique du maximum (ligne 29);

» Par les modifications qu'il faut apporter au mécanisme de l'excentrique ou de l'épicycle de Ptolémée, pour leur faire représenter l'inégalité nouvelle (lignes 37 et suivantes).

» Cette troisième indication est la plus complète; elle seule permet de calculer la grandeur de l'inégalité en chaque point de l'orbite, ou peut en déduire la position pour laquelle elle est maxima et la valeur de ce maximum; les résultats sont en désaccord avec les indications du texte : l'inégalité est nulle, en effet, dans les sygygies et dans les quadratures, mais elle n'atteint pas son maximum dans les octants; le maximum, variable d'ailleurs avec la position de la Lune dans son orbite, n'est pas égal à 45 minutes.

» Telle est la première contradiction que je signale.

» En second lieu, Alboul-Wefâ, parlant du moment où les deux premières inégalités sont nulles, et dans lequel évidemment il faut observer pour mettre la troisième en évidence, dit que cela a lieu lors des passages à l'apogée et au périgée de l'épicycle (ligne 23); mais, aussitôt après, il annonce, sans les rapporter, des observations faites en ces points, pour lesquels, dit-il, il a comparé le lieu vrai au lieu calculé, en tenant compte des deux inégalités (ligne 32).

» Comment tenir compte de deux inégalités qui sont nulles?

» Ces contradictions expliquent, suivant moi, la persistance des discussions sur un texte aussi court, et l'entière conviction avec laquelle chacun affirme l'erreur évidente de ses adversaires.

» Veut-on soutenir, en effet, avec M. Sédillot, que le passage d'Aboul-Wefâ fait connaître la variation? Les lignes 37 et suivantes deviennent inexplicables; elles indiquent purement et simplement la construction de Ptolémée, connue sous le nom de *prosneuse :* l'inégalité qui en résulte est très-différente de la variation.

» Affirme-t-on, avec M. Biot, que, simple commentateur de Ptolémée, Aboul-Wefâ s'est contenté de reproduire sa théorie et ses constructions? On se trouve mis en demeure d'expliquer les lignes 17 et 18 et la ligne 29, d'après lesquelles le maximum a lieu dans les octants, et a pour valeur 45 minutes : rien de cela ne convient à l'inégalité produite par la *prosneuse*.

» Suppose-t-on, avec M. Chasles, qu'Aboul-Wefâ fait entrer, sans le dire, la prosneuse dans ses premières inégalités, et que c'est à cette correction déjà faite qu'il entend ajouter la troisième? Cette opinion est en désaccord formel avec la ligne 23, dans laquelle il est dit que la Lune, à l'apo-

gée de l'épicycle, n'est pas dérangée par les deux premières inégalités. Cela est exact si on les considère avant la correction de la prosneuse, et ne l'est pas après.

» Admet-on alors qu'Aboul-Wefâ, supprimant la prosneuse, la remplace par la variation? On ne saurait concilier cette interprétation avec la ligne 32, dans laquelle il est dit qu'on a tenu compte des deux premières inégalités à l'apogée de l'épicycle. Dans cette hypothèse, elles seraient nulles.

» Le texte d'Aboul-Wefâ, supposé correct, et si l'on admet pour le mot *tathlith* le sens proposé par M. Sédillot, rend donc tous les systèmes inacceptables. Quelle qu'ait été à Bagdad la renommée d'Aboul-Wefâ, il nous est donc impossible aujourd'hui de lui accorder grande confiance, et M. Biot est excusable d'avoir vu dans le texte qui nous occupe une paraphrase confuse, embarrassée, inintelligente du cinquième chapitre du livre V de l'*Almageste*.

» Aboul-Wefâ, cela me semble évident, veut expliquer purement et simplement la théorie de Ptolémée. Il fait connaître les deux premières inégalités comme dans le livre du maître, leur assigne la même valeur numérique et les représente par la même construction, ce qui ne l'empêche pas, remarquons-le pour la seconde fois, de dire qu'il les a *trouvées*. Cela fait, et de même que son guide, il reconnaît que la construction, exacte pour les syzygies et pour les quadratures, ne l'est pas aux autres positions; c'est pour la corriger dans ces positions que Ptolémée propose la prosneuse et Aboul-Wefâ la troisième inégalité.

» Ptolémée et Aboul-Wefâ commencent donc identiquement de la même façon; ils rencontrent au même point la même difficulté, c'est là qu'ils se sépareraient suivant le système que je ne puis admettre, Aboul-Wefâ corrigeant les deux premières inégalités par l'addition de la variation, tandis que Ptolémée propose la prosneuse, qui en est très-différente.

» Aboul-Wefâ cependant donne à son inégalité le nom de *prosneuse* (traduction de M. Sédillot). La construction par laquelle il la représente (lignes 37 et suivantes) est identique à celle de Ptolémée, et le sens qu'il faut lui attribuer n'a été l'objet d'aucune discussion. Pourquoi le doute subsiste-t-il? c'est qu'à côté de cette similitude, de cette identité des deux théories se trouvent les lignes 17, 18 et 29, qui sont en désaccord avec la construction donnée plus loin, et, par conséquent, aussi avec le texte de Ptolémée; c'est dans ces lignes qu'on a voulu voir l'indication de la variation, et qu'on la voit en effet si on les isole en adoptant pour le mot douteux le sens proposé par M. Sédillot.

» Mais pourquoi l'adopter? Les philologues ne sont pas d'accord, des textes précis sont cités en faveur des deux opinions : n'est-il pas raisonnable d'adopter celui des deux sens qui fait naître les moindres contradictions? Or, en admettant, avec M. Munck, que trine et sextile et les mots arabes dont ils sont la traduction littérale signifient tiers et sixième, non huitième, on n'a plus de difficulté à comprendre pourquoi Aboul-Wefâ a écrit que l'effet maximum de son inégalité avait lieu dans ces positions. L'inégalité consiste, comme il l'expliqne (lignes 37 et suivantes), dans une déviation de l'axe de l'épicycle, et c'est lorsque la Lune est à 57 ou 120 degrés du Soleil, bien près de 60 et 120 degrés, que cette déviation est maxima. Le dérangement de la Lune, aperçu de la Terre, n'est pas égal à cet angle, mais il en dépend, et, toutes choses égales d'ailleurs, augmente d'ailleurs avec lui. Est-il bien étrange qu'Aboul-Wefâ, qui, nous somme forcés de l'admettre, n'était pas un très-habile homme, ait pu écrire que, dans ces points l'anomalie atteint son maximum? C'est une erreur qu'il commet, cela est vrai; mais on en voit l'origine, tandis qu'en plaçant le maximum à l'octant, il contredit de même les résultats de la construction, sans qu'on en aperçoive aucune explication.

» Une seule difficulté subsiste : d'où vient la valeur maxima fixée à 45 minutes? Cette valeur, remarquons-le, résulte, dit l'auteur, des observations; elle peut donc sans absurdité différer de l'angle calculé par la théorie. Certes, un auteur soigneux et correct aurait fait la comparaison, mais il fallait exécuter un calcul trigonométrique, Aboul-Wefâ s'en est dispensé : je n'ai pas à chercher ses raisons, le fait est certain, et la contradiction subsiste, quelle que soit l'opinion adoptée sur les points douteux; l'interprétation de M. Biot réduit donc au minimum les torts de l'astronome arabe. L'autre système ferait de lui un auteur complétement absurde.

» Ce dernier mot n'est pas trop sévère, qu'on me permette de l'expliquer.

» Admettons, en effet, que trine et sextile signifiant octants, on accepte les deux premières indications d'Aboul-Wefâ comme l'expression de la variation avec laquelle, par cette seule concession, elles se trouveraient en effet complétement d'accord? Que faut-il supposer ensuite? Premièrement, qu'Aboul-Wefâ, voulant expliquer une inégalité indépendante de la position de la Lune dans son orbite, écrive, comme une assertion évidente (ligne 37) : *or cela ne peut avoir lieu que par l'effet d'une déclinaison du diamètre de l'épicycle*. La déviation de diamètre de l'épicycle doit changer l'anomalie, et l'influence qu'elle exercera, dépendra, cela est évident, de la position de

la Lune sur l'épicycle, c'est-à-dire de sa position par rapport à l'apogée et au périgée de son orbite. Le moyen est donc très-mal choisi, puisque la *variation* n'en dépend point.

» Il faut admettre, en second lieu, qu'Aboul-Wefâ, après avoir eu assez de science et d'audace pour quitter, sans s'égarer, la voie jusque-là respectée de l'*Almageste*, en substituant ou en adjoignant à la prosneuse une inégalité nouvelle, se montre aussitôt assez craintif, et il faut bien le dire assez absurde, pour adopter la construction même de Ptolémée, qui ne peut lui donner que les résultats de Ptolémée, non les siens, qu'on veut en supposer très-différents. De toutes les contradictions qu'il est impossible d'éviter en commentant le texte d'Aboul-Wefâ, celle-là, sans contredit, serait la plus inacceptable et la plus compromettante pour une renommée autrefois si haute, nous dit-on, parmi les savants de Bagdad.

» Je termine par une dernière observation.

» Trois opinions ont été proposées :

» 1° Aboul-Wefâ a découvert la *variation*, et la substitue, dans sa théorie de la Lune, à la prosneuse de Ptolémée;

» 2° Aboul-Wefâ a découvert la *variation*, et l'adjoint, dans sa théorie de la Lune, à la prosneuse de Ptolémée;

» 3° Aboul-Wefâ n'a rien découvert, et s'est borné à exposer de son mieux, la théorie de Ptolémée.

» Supposons trois lecteurs d'Aboul-Wefâ, partisans chacun de l'une des opinions précédentes et se proposant de déduire de son texte la position de la Lune, aujourd'hui 29 août 1871, à midi.

» Que fera le premier? Il construira l'excentrique et l'épicycle de Ptolémée, et se mettant d'accord avec l'observation au commencement du mois actuel, il cherchera, pour aujourd'hui, la situation des deux cercles et la position de la Lune sur l'épicycle. Après avoir ainsi tenu compte des deux premières inégalités, pour avoir égard à la variation il consultera le texte d'Aboul-Wefâ; il y verra qu'elle est nulle dans les quadratures, nulle dans les syzygies, maxima dans les octants et égale alors à 45 minutes environ. Nous ne sommes aujourd'hui ni en quadrature, ni en syzygie, ni dans un octant, et rien de cela, par conséquent, ne lui donne le moyen de calculer l'inégalité ou de la construire ; il continuera donc sa lecture, et, trouvant enfin la construction prescrite par Aboul-Wefâ, il ne manquera pas de l'exécuter; cette construction est celle de Ptolémée, et *il placera la Lune précisément au même point que l'eût fait Ptolémée.*

» Que fera le second? Il construira, comme le premier, l'excentrique et

l'épicycle, placera la Lune au même point de l'épicycle, fera alors la correction de la prosneuse, et se mettra en devoir, selon les indications d'Aboul-Wefâ, d'y adjoindre la variation. Il cherchera donc à faire tourner l'axe de l'épicycle (je copie textuellement) « vers le point dont la distance au » centre du monde vers le côté du périgée est égal à la distance qui est » entre le signe du zodiaque et le centre de l'excentrique. »

» N'éprouvera-t-il pas quelque étonnement en voyant que, par suite de la construction de la prosneuse, l'axe de l'épicycle est déjà dirigé vers ce point? Il renoncera donc à le faire tourner, et, le laissant où il est, *il placera la Lune précisément au même point que l'eût fait Ptolémée.*

» Et le troisième? Il suivra, en le sachant, la théorie de Ptolémée, que les deux autres suivaient sans le savoir. Les partisans des trois opinions se mettront-ils pour cela d'accord? je n'ose l'espérer. Ils discuteront sans doute encore sur le mérite d'Aboul-Wefâ, lui concéderont ou lui refuseront la découverte de la variation; mais les deux premiers comprendront, aussi bien que le troisième, pourquoi son livre est resté sans influence sur la construction des Tables lunaires chez les Arabes. »

Après cette lecture de M. Bertrand, **M. Chasles** prie M. le Président de lui donner la parole dans la séance prochaine. M. Le Verrier prend ensuite la parole; M. Bertrand lui répond, et M. Chasles demande à ajouter, au jugement que vient de porter M. Le Verrier sur la signification formelle du texte d'Aboul-Wefâ, une simple remarque. « C'est sur deux observations d'Hipparque, dit M. Chasles, que Ptolémée a fondé sa rectification de la prosneuse, et ces observations étaient dans les octants, la Lune se trouvant à 315°32′ et à 45°15′ de distance au Soleil. Elles ont produit deux écarts ou inégalités, l'un de 46 minutes et l'autre de 86 minutes. Ce serait, dans le système des adversaires d'Aboul-Wefâ, en présence de ces deux résultats que le célèbre astronome arabe aurait dit que sa troisième inégalité atteint un maximum constant de 45 minutes.

» Cela est-il possible? Pour arriver à cette conclusion, M. Biot a dû supposer qu'Aboul-Wefâ n'avait qu'une compréhension imparfaite du sujet, puisqu'en présence des deux résultats 46 et 86 minutes, il avait pris le premier pour un maximum, négligeant ainsi le second (1), et a dû même ajouter plus tard que le texte de l'auteur arabe « n'est qu'un équivalent » tronqué (du texte de Ptolémée), où le document primitif est mutilé de

---

(1) *Journal des Savants* de 1843, p. 735.

» la manière la plus barbare, et défiguré par l'interposition fictive d'obser-
» vations mensongères (*). »

» Notre confrère M. Bertrand est plus indulgent; il adoucit les expressions, et dit simplement qu'il y a eu, de la part de l'astronome arabe, omission, négligence ou maladresse.

» Je reviendrai dans notre prochaine séance sur la question. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la houle et le clapotis; par* **M. DE SAINT-VENANT** (suite).

» 6. *Quand la profondeur totale* H *de l'eau n'est pas infinie*, l'on a toujours, pour les coordonnées x, z d'une molécule en fonction de celles x_0, z_0 du point central de sa trajectoire, et du temps t, les deux expressions (1) et (21) savoir :

$$(25)\quad \begin{cases} \text{Houle,} & x=x_0+r\sin\pi\left(\frac{t-t_0}{T}-\frac{x_0}{L}\right), \quad z=z_0-r'\cos\pi\left(\frac{t-t_0}{T}-\frac{x_0}{L}\right); \\ \text{Clapotis,} & x=x_0+r\sin\pi\frac{x_0}{L}\cos\pi\frac{t-t_0}{T}, \quad z=z_0+r'\cos\pi\frac{x_0}{L}\cos\pi\frac{t-t_0}{T}; \end{cases}$$

mais avec les valeurs suivantes de r, r' et T (**) :

$$(26)\qquad r=h\frac{e^{\pi\frac{H-z_0}{L}}+e^{-\pi\frac{H-z_0}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}}-e^{-\pi\frac{H}{L}}}, \qquad r'=h\frac{e^{\pi\frac{H-z_0}{L}}-e^{-\pi\frac{H-z_0}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}}-e^{-\pi\frac{H}{L}}},$$

$$(27)\qquad T=\sqrt{\frac{\pi L}{g}\frac{e^{\pi\frac{H}{L}}+e^{-\pi\frac{H}{L}}}{e^{\pi\frac{H}{L}}-e^{-\pi\frac{H}{L}}}},$$

et la pression p est donnée, pour la houle, par

$$(28)\quad \frac{p-p_0}{\rho g}=z-\frac{gT^2}{2L^2}\left(h^2-r^2\frac{\pi^2L^2}{g^2T^4}\right)+\left(r\frac{\pi L}{gT^2}-r'\right)\cos\pi\left(\frac{t-t_0}{T}-\frac{x_0}{L}\right),$$

et, pour le clapotis, par

$$(29)\quad \frac{p-p_0}{\rho g}=z_0-\frac{gT^2}{2L^2}\left(h^2-r^2\frac{\pi^2L^2}{g^2T^4}\right)\cos^2\pi\frac{t-t_0}{T}+\left(r'-r\frac{\pi L}{gT^2}\right)\cos\frac{\pi x_0}{L}\cos\pi\frac{t-t_0}{T}.$$

(*) *Journal des Savants* de 1845, p. 157.

(**) Mémoire cité de M. Boussinesq, ou Rapport du 21 février 1870 (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 360).

» En effet, comme les valeurs (26) donnent

$$(30) \qquad \frac{dr}{dz_0} = -\frac{\pi r'}{L}, \quad \frac{dr'}{dz_0} = -\frac{\pi r}{L}, \quad r' \text{ (pour } z_0 = H) = 0,$$

on a bien, d'abord, $z - z_0$ nul au fond ; puis, pour le mouvement de houle :

» 1° L'équation (14), exprimant que tous les éléments fluides sont tenus en équilibre par les pressions p normales à leur faces, est identiquement satisfaite.

» 2° L'expression (5), qui doit, pour la conservation des volumes, rester indépendante du temps, se réduit à

$$-\pi^2 \frac{r^2 - r'^2}{L^2} \cos^2 \pi \left(\frac{t - t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right);$$

or on a

$$(31) \qquad \sqrt{r^2 - r'^2} = \frac{2h}{e^{\frac{\pi H}{L}} - e^{-\frac{\pi H}{L}}};$$

c'est la plus petite des excursions ou demi-oscillations moléculaires horizontales r, à savoir celle qui a lieu au fond de la masse d'eau : la condition des volumes est donc remplie quand on peut négliger le carré du rapport de cette plus petite excursion à la demi-largeur L des vagues, ce qui est possible dans des limites très-étendues.

» 3° La condition $p =$ constante à la surface ou $\frac{dp}{dz_0} = 0$ pour $z_0 = 0$ se réduit, d'après la première (13) et vu la valeur (26) de T, à

$$0 = -\frac{\pi^3}{LT^2}(r^2 - r'^2) sc;$$

et est encore satisfaite pour des excursions telles que les termes en $r^2 - r'^2$ puissent être négligés.

» 4° La formule (28) de la pression se réduit à $p = p_0$ pour $z_0 = 0$; et, substituée dans les équations (13), qui expriment $\frac{dp}{dx_0}$, $\frac{dp}{dz_0}$, elle satisfait à la seconde identiquement, et à la première à cela près encore d'un terme affecté du carré $r^2 - r'^2$ de la plus petite excursion horizontale.

» Or il est facile de voir que les mêmes vérifications se font pour le mouvement de clapotis (21) ou (25).

» Les expressions (1) et (21), ou (25), des mouvements moléculaires, avec les valeurs (26), (27) de r, r', T, et, aussi, celles (28) et (29) des pressions, expriment donc, dans les limites indiquées, les deux espèces d'agitation simple et régulière que nous avons considérées.

» 7. Quand on fait H infini, on retrouve les formules des n°s 4 et 5 applicables à des oscillations d'une grandeur quelconque.

» Et il n'est pas moins remarquable que les formules plus générales du n° 6 embrassent le cas, qui a été considéré par Lagrange, où une onde *solitaire* est provoquée dans une eau de petite profondeur. En effet, quand H est très-petit, en développant les exponentielles de l'expression (27), elle donne

$$(32) \qquad T = \sqrt{\frac{L^2}{gH}}, \quad \text{d'où} \quad \frac{L}{T} = \sqrt{gH},$$

et l'on a bien, pour la célérité ou vitesse apparente $\frac{L}{T}$ de propagation de l'onde, « celle qu'acquerrait un corps tombant librement d'une hauteur égale à la moitié de la profondeur H du fluide » (*Mécanique analytique*, section XI, 37), ce que diverses expériences ont vérifié (*).

» On peut voir aussi que les formules ci-dessus du clapotis, avec H fini, sont une expression simplifiée de celles auxquelles est parvenu Laplace, au § XXXVII de son Mémoire du volume de 1776 de ceux de l'Académie.

» 8. Comme les équations (1), ou les premières (25), donnent

$$(33) \qquad \left(\frac{x - x_0}{r}\right)^2 + \left(\frac{z - z_0}{r'}\right)^2 = 1,$$

toutes les trajectoires moléculaires, dans le cas général de la houle, sont des ellipses dont le grand axe $2r$ est horizontal. Elles ont, toutes, la même excentricité, dont la valeur est celle (31) de $\sqrt{r^2 - r'^2}$.

» Dans le cas général du clapotis, ou des secondes (25), les trajectoires

$$(34) \qquad \frac{x - x_0}{z - z_0} = \frac{r}{r'} \operatorname{tang} \frac{\pi x_0}{L}$$

sont rectilignes, et leurs longueurs, égales à $2\sqrt{(x - x_0)^2 + (z - z_0)^2}$ pour $\cos^2 \pi \frac{t - t_0}{T} = 1$, ou à

$$(35) \qquad 2\sqrt{r^2 \sin^2 \frac{\pi x_0}{L} + r'^2 \cos^2 \frac{\pi x_0}{L}},$$

varient entre $2r$ et $2r'$.

» 9. Un mouvement de houle peut toujours être produit par la composition ensemble, ou la superposition, de deux mouvemants de clapotis de

---

(*) *Comptes rendus*, 18 juillet 1870, t. LXXI, p. 186, et 24 juillet 1871, t. LXXIII, p. 239.

même période $2T$, de même longueur de vagues $2L$ et de mêmes amplitudes r, r'; car, en faisant

$$x - x_0 = u, \quad z - z_0 = w,$$

ou en appelant, en général, u, w les excursions ou déplacements des molécules dans le sens horizontal et dans le sens vertical, les déplacements dans un mouvement de houle

$$(36) \qquad u = r \sin\pi\left(\frac{t-t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right), \quad w = -r' \cos\pi\left(\frac{t-t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right)$$

sont égaux aux sommes $u' + u''$, $w' + w''$ des suivants, représentant des mouvements clapoteux

$$(37) \quad \begin{cases} u' = r\sin\pi\dfrac{x_0+L}{L}\cos\pi\dfrac{t-t_0}{T}, & w' = r'\cos\pi\dfrac{x_0+L}{L}\cos\pi\dfrac{t-t_0}{T}; \\ u'' = r\sin\pi\dfrac{x_0+\frac{L}{2}}{L}\cos\pi\dfrac{t-t_0-\frac{T}{2}}{T}, & w'' = r'\cos\pi\dfrac{x_0+\frac{L}{2}}{L}\cos\pi\dfrac{t-t_0-\frac{T}{2}}{T}. \end{cases}$$

» Il est facile de reconnaître, surtout en en faisant l'épure, que, dans le cas de profondeur infinie, les trajectoires ayant les mêmes centres (x_0, z_0) sont, pour ces deux mouvements (37), des droites égales et perpendiculaires l'une à l'autre. Les deux oscillations pendulaires égales et orthogonales produisent naturellement un mouvement circulaire.

» Quand la profondeur est finie, les trajectoires rectilignes ayant le même milieu sont des diamètres, légèrement obliques l'un à l'autre, de la trajectoire résultante, alors elliptique.

» Réciproquement, un mouvement de clapotis peut être produit par deux mouvements de houle, de mêmes longueur et période, mais d'amplitudes moitié moindre; car si l'on a les deux houles

$$u_1 = -\frac{r}{2}\sin\pi\left(\frac{t-t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right), \quad w_1 = \frac{r'}{2}\cos\pi\left(\frac{t-t_0}{T} - \frac{x_0}{L}\right),$$
$$u_2 = \frac{r}{2}\sin\pi\left(\frac{t-t_0}{T} + \frac{x_0}{L}\right), \quad w_2 = \frac{r'}{2}\cos\pi\left(\frac{t-t_0}{T} + \frac{x_0}{L}\right),$$

dont la première a un autre sens que la seconde, on trouve pour $u_1 + u_2$, $w_1 + w_2$ les expressions (21), ou les secondes (25), de $x - x_0$, $z - z_0$.

» Aussi les ondes clapoteuses résultent souvent de la réflexion d'ondes houleuses qui sont venues heurter une rive verticale.

» Les divers mouvements de la mer, quand le vent a cessé d'agir, peuvent être regardés comme des mélanges, soit de houles, soit de clapotis.

» Il est rare que les vagues clapoteuses aient la même régularité que les vagues houleuses venant du large. Elles sont, pour que cela puisse être, généralement trop proches du lieu où elles ont été produites, et leurs irrégularités n'ont pas eu le temps, comme celles d'une houle engendrée un peu loin, de s'user ou de se détruire soit mutuellement, soit par l'effet des frottements dont nous n'avons pas tenu compte, en ne laissant subsister que les mouvements simples, qui sont toujours les plus durables (*). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les relations qui existent, dans le Soleil, entre les protubérances et les autres parties remarquables.* Troisième Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 26 août 1870.

» Une continuation extraordinaire du beau temps m'a permis de poursuivre avec assiduité les observations quotidiennes des protubérances solaires, et de recueillir une abondante moisson qui pourra être utilisée pour en tirer des conséquences d'une grande importance. Quoiqu'il soit difficile d'établir des lois sur cette matière, sans une suite assez longue d'observations, il est cependant utile et nécessaire d'indiquer les résultats qui permettent de pressentir quelques découvertes importantes. Dans mes deux Communications précédentes j'indiquais deux points de ce genre : 1° la distribution des protubérances au bord du disque solaire; 2° la circulation dans les régions plus élevées de l'atmosphère solaire.

» Je viens donner aujourd'hui la suite des tableaux envoyés la dernière fois, prolongés jusqu'au 26 août, et comprenant ainsi quatre rotations synodiques. Le résultat est manifestement le même que celui des trois séries précédentes; il reste seulement à vérifier si la distribution est constante ou variable avec les époques. J'ajouterai ici, à ce que j'ai dit l'autre fois, que, ayant marqué sur la projection de l'image solaire les limites de la granulation de sa surface, j'ai été étonné de voir que, toutes les fois que cette granulation s'étendait visiblement jusqu'au bord, on y retrouvait ensuite une protubérance plus ou moins prononcée. Cette observation montre la dépendance des protubérances avec les facules et les régions plus vives de la chromosphère. Une autre remarque m'a frappé : c'est la

---

(*) Je fais une application des équations ci-dessus dans un Mémoire intitulé : *Du roulis sur mer houleuse, en ayant égard à l'effet retardateur produit par la résistance de l'eau*, qui va paraître au tome XVI des *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg*.

dépendance diamétrale entre les positions des protubérances : j'entends par là la position des protubérances aux deux extrémités d'un même diamètre solaire. Cette coïncidence n'est pas absolue, mais elle se vérifie un très-grand nombre de fois ; elle ne peut être l'effet du hasard.

» Enfin, j'ai remarqué, dans l'aspect du Soleil et dans le nombre des protubérances, des variations énormes, qui prouvent une activité et une mobilité de la masse superficielle très-variable, et dont les taches (quoique elles-mêmes très-variables) ne sont qu'une faible indication. La seule chose qui puisse en donner une idée est la variation des facules et de la granulation. Tous ces phénomènes, jusqu'ici, ne sont pas assez connus pour qu'il soit possible de leur assigner des lois fixes, que l'on déterminera peut-être avec le temps.

Résumé des nombres de protubérances observées, selon leur distribution par latitude.

Hémisphère nord.

	de 90 à 80°	de 80 à 70°	de 70 à 60°	de 60 à 50°	de 50 à 40°	de 40 à 30°	de 30 à 20°	de 20 à 10°	de 10 à 0°
4e rot.	33	39	11	25	37	42	54	55	44
5e rot.	7	15	1	11	15	12	19	19	12
	40	54	12	36	52	54	73	74	56

Total pour l'hémisphère nord : 451.

Hémisphère sud.

de 0 à 10°	de 10 à 20°	de 20 à 30°	de 30 à 40°	de 40 à 50°	de 50 à 60°	de 60 à 70°	de 70 à 80°	de 80 à 90°	
42	48	53	54	40	7	14	60	38	4e rotat.
15	14	19	18	14	1	4	23	11	5e rotat
57	62	72	72	54	8	18	83	49	

Total pour l'hémisphère sud : 475.

Total pour les deux hémisphères : 926.

Maximum principal dans l'hémisphère nord .... entre 10 et 20°
» » sud .... entre 20 et 40°
Maximum secondaire dans l'hémisphère nord .... entre 70 et 80°
» » sud .... entre 70 et 80°

Minimum équatorial .... entre 0° et 10° nord ;
Minimum principal... entre 70 et 60° nord, et entre 50 et 60° sud.

» Le second point, relatif à la circulation de la région supérieure de l'atmosphère solaire, réclamait une attention plus soutenue. Il ne suffisait plus de faire une étude superficielle des protubérances et d'en enregistrer le nombre et la grandeur; il fallait les dessiner avec précision, pour relever la loi qui en réglait les directions, et en pouvoir conclure la direction des courants dans l'atmosphère solaire.

» Pour cela, un dessin soigné a été fait chaque matin, à l'heure la plus favorable, et l'on a relevé ensuite, outre les éléments précédents, la direction des protubérances. J'ai divisé la masse des protubérances en trois classes : 1° celles qui obéissaient à la loi énoncée, et qui sont indiquées par

le signe +; 2° celles qui étaient en désaccord avec cette loi, et qui sont indiquées par le signe —; 3° celles qui étaient indifférentes, mais importantes, car leur place se trouvait aux pôles ou près de l'équateur, et qui méritaient ce double signe, soit par la direction contraire des jets, soit parce qu'elles n'avaient elles-mêmes aucune direction fixe : je les ai marquées ±.

» Je rappellerai que la loi supposée à vérifier était celle d'un entraînement général des protubérances élevées de l'équateur vers les pôles, de sorte que, dans les latitudes moyennes, nous devions rencontrer les inclinaisons dirigées vers les pôles : à l'équateur, on devait avoir une direction variable, et aux pôles une inclinaison nulle. Ignorant les limites de ces zones d'incertitude, pour le moment, et afin de ne pas trop compliquer la discussion, j'ai fait la séparation en me rapportant absolument à l'équateur de la rotation solaire.

» Le résultat obtenu a été le suivant : pendant quarante-deux jours d'observations, on a obtenu :

+	Protubérances conformes à la loi	403	Rapport 2,92 : 1,00
—	Protubérances discordantes	138	
±	Protubérances situées surtout près des pôles	102	

» Ces chiffres sont évidemment très-favorables à la loi hypothétique dont nous sommes partis; mais sa probabilité paraîtra encore plus remarquable après quelques réflexions.

» 1° Un grand nombre des discordances vient de ce que, comme on l'aperçoit clairement sur les figures, le *grand tourbillon général* (pour l'appeler ainsi) qui enveloppe le soleil n'est pas concentrique à l'axe géométrique de rotation, de sorte que le pôle de rotation reste tantôt à droite, tantôt à gauche du pôle de circulation. On reconnaît très-bien le pôle de circulation, car à ses extrémités les filets des protubérances sont ou presque verticaux ou absolument verticaux, tandis qu'à droite et à gauche ils sont fortement inclinés. Nous n'avons pas tenu compte de cette particularité, et les exceptions paraissent ainsi plus nombreuses.

» 2° Une autre irrégularité provient de ce que l'activité solaire n'est pas actuellement la même dans les deux hémisphères, et il arrive que l'hémisphère le plus actif entraîne la circulatiou au delà de la limite équatoriale (comme il arrive chez nous pour les vents *alizés*), et il en résulte que l'équateur ne divise pas en deux régions égales les zones de circulation.

» 3° Enfin il faut tenir compte de l'influence des taches, qui troublent

considérablement cette circulation : même en l'absence de taches apparentes, les grandes éruptions ou les actions locales produisent souvent des groupes de jets dirigés systématiquement en sens opposés, soit divergents, soit, plus souvent, convergents au sommet, et croisés dans des tourbillons partiels.

» Cette dernière cause est cependant celle qui produit le moins d'irrégularités dans le rapport des chiffres, car ces systèmes se trouvent accouplés; de sorte que, s'il y a un +, il y a ordinairement un —, et, dans ce cas, le chiffre reste constant; mais il n'en est pas toujours ainsi, en sorte qu'il reste des exceptions. Nous avons cru qu'il n'était pas temps encore d'interpréter ces exceptions, et nous les avons notées telles que nous les rencontrions. On pourra revenir plus tard sur ce point. Nous avons cependant omis de tenir compte de quelques-uns de ces systèmes opposés.

» Ainsi nous sommes certains que le résultat n'est point influencé par la préoccupation de voir la loi vérifiée; le rapport 2,92 (c'est-à-dire presque 3) fait voir d'ailleurs la constance du phénomène.

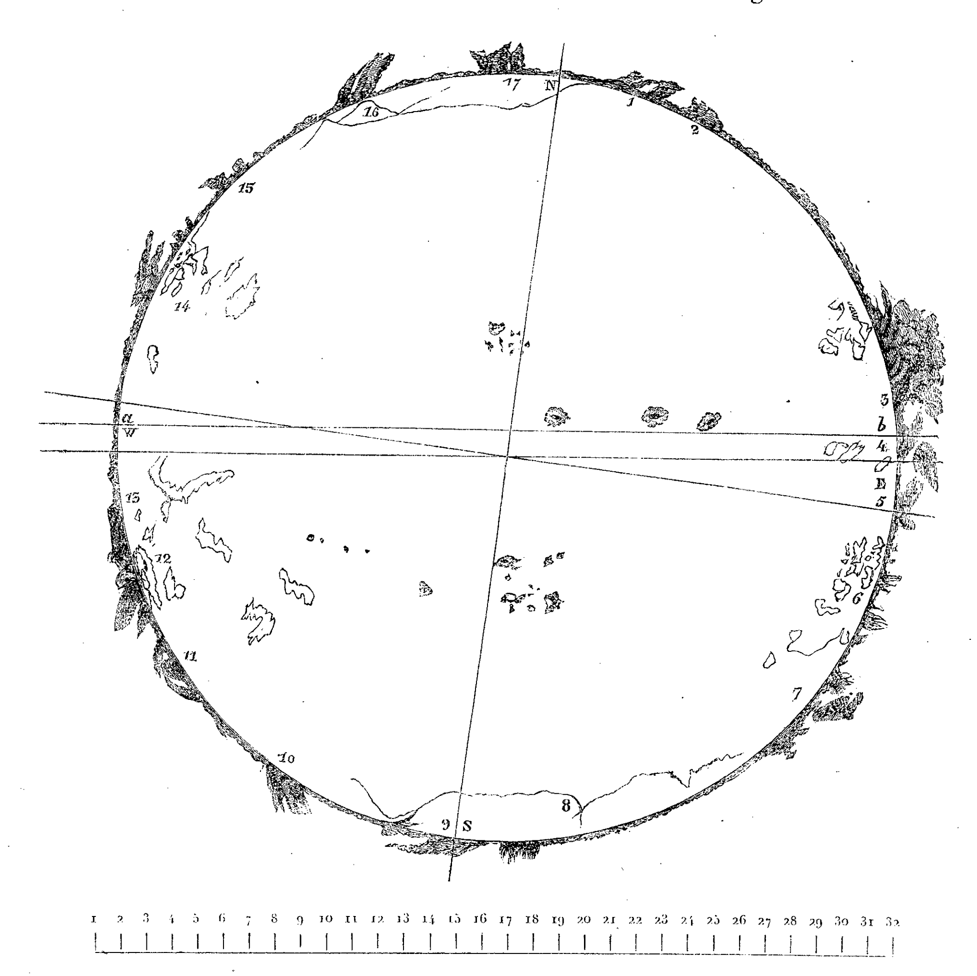
» Pour donner une idée du travail sur lequel repose cette discussion, je me permets d'envoyer la copie photographique d'un des dessins journaliers, en choissant celui du 23 juillet, parce qu'il renferme une grande variété de protubérances, ce qui le rend très-instructif.

» Le n° 1 représente deux petites masses, formées de filaments inclinés, séparées à la base et réunies au sommet par un faible nuage filaire.

» Le n° 2 est une masse plus large et plus compacte, dirigée en sens contraire des précédentes, formée de fils à sa base et un peu nébuleuse au sommet. Vient ensuite un long arc de chromosphère qui paraît, en quelques points, garni de poils inclinés, mais dont la direction n'est pas constante, quoique ces poils ou filaments suivent habituellement la direction des protubérances.

» Le n° 3 représente une masse superbe, s'élevant à 2′ 40″, formée de plusieurs jets isolés à la base, ramifiés au sommet, où ils se confondent en de petits nuages annuliformes. L'intensité lumineuse n'est pas très-grande au sommet : à la base, elle est très-considérable dans le jet principal. Cette structure paraît justifier la forme arborescente assignée aux protubérances par quelques observateurs; mais, en les analysant avec soin, on trouve que les *troncs* ne sont que des masses à structure filamenteuse, qui, à une certaine élévation, se croisent avec des jets contraires ou se divisent. La direction dominante de la masse est vers le pôle. A cette direction participent encore les masses 4 et 5; elles sont encore filaires. Entre ces

deux dernières, on remarque le nuage isolé, mais rayonnant, des filets curvilignes, parfaitement semblables à ceux qu'on voit dans le ciel lorsqu'une tramontane assez forte entraîne des masses de cirrus légers. Cette masse



Le Soleil a été observé le 23 juillet 1870, entre $8^h 30^m$ et $9^h 40^m$, à l'équatorial de Merz, par le P. Secchi. Les protubérances sont en partie rigoureusement proportionnelles au reste du disque solaire. La figure est photographiée aux deux tiers de la grandeur du dessin original, fait avec le spectroscope de Hofmann et Merz. Les taches et les facules sont dessinées suivant la projection faite à l'équatorial de Cauchoix. Le contour des facules est indiqué par une simple ligne. L'échelle est en minutes d'arc. Une minute = 42900 kilomètres.

est restée visible du 22 au 27 juillet, et alors les régions des n°s 4 et 5 étaient fondues ensemble, et reliées par des arcs de jets filamenteux. A son maximum de hauteur, la masse arriva à $3' 10''$; son étendue était de 50 degrés

en latitude et 65 degrés en longitude. C'est une des plus grandes masses protubérantielles que j'aie observées.

» Le n° 6 représente trois petites masses sans direction bien définie. Le n° 7 comprend deux masses divergentes, avec un nuage dirigé du pôle à l'équateur, composé de filaments. Les n°s 8 et 9 sont deux masses filamenteuses très-voisines du pôle sud; la masse n° 9 est remarquable en ce qu'elle est composée de filets clair-semés, ce qui est habituel dans cette région.

» Le n° 11 représente un système de deux protubérances opposées, qui en recouvrent une troisième plus basse. Cette combinaison est assez fréquente.

» Le n° 12 montre deux beaux jets filaires, qui partent de la facule qui environne le noyau d'une tache voisine du bord; le n° 13, un autre groupe de l'autre côté de la tache. Ce dernier est très-vif; à la base, il est tourné vers l'équateur, par la force d'éruption, mais son sommet est entraîné vers le pôle. Entre les deux, il y a des flammes à pointes très-tranchées et très-vives, quoique courtes et non garnies de panaches. Je remarquerai que le type de ces protubérances est régulièrement celui qu'on observe dans le voisinage des taches. Ces flammes courtes, vives et très-variables, lorsqu'elles se présentent au bord oriental, sont l'indice le plus sûr d'une tache qui va paraître le jour suivant. Tous ces détails prouvent que le bord des taches est garni de jets très-vifs et brillants, quoique les longs panaches y fassent ordinairement défaut. Dans ces flammes si vives, on rencontre souvent des éléments autres que l'hydrogène et celui qui produit la raie D^3. Vient ensuite une chromosphère irrégulière et assez élevée, jusqu'au n° 14 qui, lui aussi, est semblable au précédent par le voisinage d'une tache. Les jets reposent sur les facules qui environnent la tache.

» Le 15 est un petit nuage courbé en sens contraire, ce qui arrive souvent dans les régions basses. Le n° 16 est un assemblage de deux jets ou panaches très-beaux, tournés vers le pôle; le n° 17, un assemblage de trois jets presque verticaux et tournés en sens opposé légèrement au sommet. On voit, en ce point et dans le n° 8 qui lui est opposé, la faiblesse du courant qui n'entraîne que très-peu les masses.

» Il ne faut pas manquer de signaler ce fait, que la grande masse comprise entre 3 et 5 semble exercer une influence considérable à distance, et troubler la circulation générale; ce qui n'est pas surprenant, surtout en considérant que les jours suivants la masse se répandit jusqu'à la latitude du n° 6, comme nous l'avons déjà dit.

» Les observations de cette espèce sont donc très-propres à nous fournir des indications sur la constitution de l'atmosphère solaire et sur ces mouvements : nous pouvons dire que c'est une étude semblable qui pourra nous faire connaître les mouvements dont on a inutilement cherché la manifestation dans les taches.

» Les énormes variations qu'on trouve d'un jour à l'autre, dans le contour du Soleil, m'ont engagé à rechercher si elles ne seraient pas en connexion avec des variations dans la photosphère elle-même, et, par suite, dans le diamètre solaire. Les astronomes savent que cet élément est très-différemment apprécié par les meilleurs observateurs et par les autorités les plus compétentes. Des recherches entreprises à ce sujet, en prenant le diamètre solaire au méridien au moyen du chronographe électrique, nous ont fourni, d'un jour à l'autre, des variations incompatibles avec la précision de l'observation chronographique, excédant toute erreur probable, et en relation avec l'activité de la chromosphère. D'après les notions que nous avons maintenant de la constitution solaire, des variations atteignant 2″, dans le diamètre de l'astre, ne sont pas impossibles. Dans une prochaine Communication, j'entrerai dans quelques détails sur ce sujet. »

Le **P. Secchi** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire sur la distribution des protubérances autour du disque solaire, extrait des *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*.

CHIMIE. — *Quelques observations au sujet de la distillation simultanée de l'eau et de certains alcools insolubles dans l'eau; par* **MM. Is. Pierre** et **Ed. Puchot**.

« Nous avons déjà signalé, d'une manière incidente, dans le cours de nos recherches sur les produits de fermentation alcoolique, le fait remarquable que présente la distillation d'un mélange d'alcool amylique pur et d'eau. Lorsqu'on chauffe un pareil mélange dans un appareil distillatoire, on voit la température du liquide s'élever rapidement jusqu'à 96 degrés. A ce point, *le liquide entre en pleine ébullition* et *la température devient remarquablement constante*.

» Il passe à la distillation un mélange louche d'eau et d'alcool amylique, qui se sépare promptement en deux couches : l'une, supérieure, se compose d'alcool amylique; l'autre, inférieure, n'est autre chose que de l'eau.

» Si, pendant le cours de la distillation, on examine, à diverses reprises, les deux couches du liquide condensé, en multipliant les fractionnements

du produit ainsi obtenu, on reconnaîtra que, *pendant toute la durée de l'opération, et tant que la température se maintient à 96 degrés, les volumes de l'eau et de l'alcool amylique condensés sont entre eux dans un rapport constant, qui est celui de 2 à 3.*

» Les choses se maintiennent en cet état jusqu'à ce que, l'une des substances venant à manquer, il ne reste plus dans l'appareil que de l'eau pure s'il contenait primitivement plus de 2 volumes d'eau pour 3 volumes d'alcool amylique, ou qu'il ne reste plus que ce dernier s'il avait été primitivement mélangé en excès, c'est-à-dire si sa proportion originelle dépassait 150 d'alcool pour 100 d'eau, en volume. Dans le premier cas, la température s'élève brusquement à 100 degrés; dans le second cas, à 130 degrés.

» Ce triple résultat: *constance de la température d'ébullition, température d'ébullition inférieure à celle du plus volatil des deux liquides, constance du rapport des deux substances qui distillent simultanément;* ce triple résultat, disons-nous, a paru chose assez remarquable en elle-même d'abord, et ensuite par les conséquences pratiques, sur lesquelles nous reviendrons bientôt lorsque les faits constatés par l'ensemble de nos recherches auront été coordonnés et discutés. Évidemment, il ne fallait pas voir là un fait isolé, singulier, mais plutôt un cas particulier d'une loi plus générale, dont il importait de trouver l'expression.

» Nous avons donc soumis à la même série d'épreuves l'alcool butylique, assez peu soluble dans l'eau pour pouvoir être assimilé, sous ce rapport, à l'alcool amylique. Nous avons donc mis dans une cornue de l'eau et de l'alcool butylique, et chauffé le mélange. L'ébullition, d'abord un peu irrégulière et parfois tumultueuse, a été facilement régularisée par l'addition de quelques bouts de fil de platine et de deux ou trois petits fragments de pierre ponce. La température d'ébullition s'est élevée jusqu'à 90°,5, et est restée ensuite *remarquablement stationnaire, jusqu'à complète disparition de l'alcool butylique* en présence d'un excès d'eau. En fractionnant les produits condensés pendant la distillation, on y a constamment trouvé, sur 6 parties en volume, 5 parties d'alcool butylique et 1 partie d'eau.

» Voici, d'ailleurs, les résultats numériques de nos observations :

Première série.

1re observation : température d'ébullition..	90°,5	Alcool butylique...	50cc
		Eau............	10
2e observation : température..........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau............	10

3ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
4ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
5ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
6ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
7ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10

Deuxième série (nouveau mélange).

1ʳᵉ observation : température d'ébullition..	90°,5	Alcool butylique...	50ᶜᶜ
		Eau.............	10
2ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
3ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
4ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
5ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
6ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10
7ᵉ observation : température...........	90,5	Alcool butylique...	50
		Eau.............	10

» Il est impossible de trouver, dans des résultats, une concordance plus complète et plus remarquable.

» Lorsque, par suite de la continuation de la distillation, l'une des deux substances (l'eau ou l'alcool) vient à rester seule dans la cornue, la température d'ébullition s'élève à 100 degrés si l'eau prédominait, ou à 108 degrés si c'était l'alcool butylique.

» Nous retrouvons donc encore ici, comme dans le cas l'alcool amylique :

» 1° *Température d'ébullition constante;*

» 2° *Température d'ébullition inférieure à celle du plus volatil des deux liquides;*

» 3° *Constance du rapport des deux substances qui distillent simultanément.*

» Dans le cas du mélange d'eau et d'alcool amylique, l'abaissement de la température d'ébullition est :

Par rapport à celle de l'eau, de............	4°
Par rapport à celle de l'alcool amylique, de...	34

» Dans le cas du mélange d'eau et d'alcool butylique, l'abaissement de la température d'ébullition est :

Par rapport à celle de l'eau, de.................. 9°,5
Par rapport à celle de l'alcool butylique, de....... 17°,5.

» Ceci bien établi, nous nous sommes demandé ce qui arriverait si, au lieu de n'employer avec l'eau que l'alcool amylique ou l'alcool butylique, on soumettait à la distillation un mélange de ces trois substances.

» La température d'ébullition d'un pareil mélange n'est plus stationnaire; elle va constamment en s'élevant, depuis le commencement de la la distillation jusqu'à la fin, mais elle est toujours comprise entre 90°,5 et 96 degrés. Elle paraît d'autant plus élevée, que la proportion d'alcool amylique est relativement plus considérable dans le mélange.

» La proportion d'eau qui passe à la distillation va aussi en augmentant avec la température d'ébullition du mélange; mais, si elle est toujours supérieure à $\frac{1}{6}$ du volume total (cas du mélange d'eau et d'alccool butylique), elle est toujours inférieure à $\frac{2}{5}$ du volume total du liquide condensé (cas du mélange d'eau et d'alcool amylique pur).

» Il semble résulter de là que, soumis à la distillation, un mélange d'eau, d'alcool butylique et d'alcool amylique donnera des produits de plus en plus pauvres en alcool butylique, et de plus en plus riches en alcool amylique, et que la séparation de ces deux substances ne sera que progressive, comme lorsqu'on traite le mélange en l'absence de l'eau.

» En attendant qu'il nous soit permis de formuler des conclusions plus générales, nous pouvons déjà énoncer les suivantes :

» 1° *Lorsqu'on soumet à la distillation un mélange binaire d'eau et d'alcool amylique, ou d'eau et d'alcool butylique, la température d'ébullition du mélange reste constante jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un seul des deux liquides dans l'appareil distillatoire;*

» 2° *Cette température d'ébullion du mélange est toujours inférieure à celle du liquide le plus volatil,* c'est-à-dire, dans le cas actuel, inférieure à 100 degrés ;

» 3° *Pour chacun de ces mélanges, il existe un rapport constant entre les proportions d'eau et d'alcool qui passent à la distillation; mais ce rapport varie de l'un des mélanges à l'autre* (il est de 2 à 3 dans le cas du mélange d'eau et d'alcool amylique, et de 1 à 5 dans le cas du mélange d'eau et d'alcool butylique);

» 4° Lorsqu'on soumet à la distillation un mélange ternaire d'eau, d'alcool amylique et d'alcool butylique, la température d'ébullition du mé-

lange n'est plus constante; elle varie suivant les proportions relatives des deux alcools, mais elle reste toujours inférieure à celle du plus volatil des trois liquides, et comprise entre celles des deux mélanges binaires dont il a été question plus haut.

» Le rapport qui existe entre la proportion d'eau qui distille et la proportion du mélange d'alcools qui l'accompagne n'est plus constant; le rapport augmente avec la température du mélange, tout en restant compris entre les limites des rapports correspondants précédemment observés dans le cas des deux mélanges binaires soumis à l'expérience, c'est-à-dire entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{2}{3}$.

» Dans un prochain Mémoire, nous citerons de nouveaux faits analogues, et nous essayerons d'en tirer des conséquences pratiques dont puissent profiter la science et l'industrie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Remarques au sujet des Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon; par* **M. PAUL GERVAIS.**

« Les calcaires lithographiques exploités à Cirin, commune de Marchampt, dans le Bugey (département de l'Ain), calcaires bien connus des géologues par l'abondance des empreintes de Poissons qu'on y rencontre, ont fourni à feu M. Thiollière, ainsi qu'à M. le professeur Jourdan, un certain nombre de Reptiles qu'il était intéressant de comparer à ceux des dépôts analogues de la Bavière. Grâce au zéle apporté par MM. Lortet et Chantre dans le classement du Musée de Lyon, ces belles pièces sont maintenant exposées au public avec les Poissons de Cirin qui proviennent de la collection Thiollière, et il m'a été possible de faire à leur égard quelques remarques que je demande à l'Académie la permission de lui soumettre.

» Les Reptiles dont il s'agit appartiennent à divers groupes; ce sont:

» 1° Plusieurs sortes de *Chéloniens*, particulièrement les *Chelonemys* de M. Jourdan, genre qu'il ne me paraît pas possible de séparer des *Hydropelta* de M. Hermann de Meyer (1), établis sur un fossile du même gisement qui est conservé au Muséum;

» 2° Un Crocodilien de la division des Téléosaures, appelé, par M. Jourdan, *Crocodileimus robustus;*

» 3° Des animaux comparables aux Sauriens actuels par leurs faibles

---

(1) *Neues Jarhbuch f. Mineral.*, de LEONARD et BRONN, 1861, p. 113.

dimensions, mais qui ressemblent aux Crocodiliens par la forme allongée des deux principaux os de leur carpe : ils paraissent constituer une famille à part, dont il sera question plus loin, sous le nom d'*Atoposauridés* (1), tiré du genre le plus ancien de cette division;

» 4° Des Sauriens analogues aux Homéosaures, genre type de la petite famille des *Homéosauridés* (2);

» 5° Le genre *Euposaurus* de M. Jourdan;

» 6° Un *Ptérodactyle*.

» M. Jourdan a consacré à la représentation des caractères ostéologiques de ces Reptiles neuf planches très-bien faites dont il existe des épreuves dans le cabinet de Géologie de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne; mais il n'a pas publié ses descriptions, et les planches dont je parle sont même restées inédites. On ne connaît encore les Reptiles découverts à Cirin que par la liste énumérative des figures exécutées sous les yeux de M. Jourdan, liste qui a été donnée, par M. Hébert, dans la *Revue des Sociétés savantes* (3), et par la description de deux de ces espèces (le *Sapheosaurus Thiollieri* et l'*Atoposaurus Jourdani*) publiée antérieurement par M. H. de Meyer dans le second Mémoire de M. Thiollière, sur les Poissons de Cirin (2).

» Des modèles en plâtre de plusieurs de ces fossiles ont été exécutés par les soins de M. Jourdan, et offerts récemment à différents Musées. J'en ai reçu plusieurs qui vont être placés dans la galerie consacrée aux ossements fossiles, où l'on pourra les comparer à ceux des espèces allemandes que je m'étais procurés en 1869.

» Je parlerai de préférence, dans cette Notice, des Atoposauridés et des Homéosauridés, dont les caractères sont encore peu connus.

» Le genre *Atoposaurus*, qui est le plus anciennement observé de la famille des Atoposauridés, repose sur une espèce de Cirin (l'*Atoposaurus Jourdani*, H. de M.), à laquelle est venu s'ajouter depuis l'*A. Oberndorferi*, du gisement de Kehlheim. Il est signalé comme offrant un mélange de caractères empruntés aux Crocodiliens et aux Sauriens de la famille des Geckos. On attribue aux Homéosaures des dents comparables à celles de ces derniers, mais leur carpe affecte la disposition propre aux Crocodiles, et deux genres du même groupe, dénommés par M. Jourdain, d'après des fossiles

---

(1) *Atoposauridæ*.

(2) *Homœosauridæ*, P. Gerv., *Zool. et Pal. franç.*, p. 458.

(3) T. II. p. 261; 1862.

(4) In-4°, Lyon, 1851. — P. Gerv., *loc. cit.*

de Cirin, le genre *Alligatorium* (*A. Meyeri*, Jourdan) et le genre *Alligatorellus* (*A. Beaumonti*, id.), permettent d'ajouter que si ces reptiles ont, comme les Sauriens, les narines séparées, ils tiennent des Crocodiles par leur os tympanique soudé au crâne, et que leur sternum paraît aussi conformé comme celui de ces animaux. On ne pourra affirmer que leurs dents ont bien le caractère qu'on leur suppose que sur la vue de préparations micrographiques de ces organes, et il n'en a pas encore été fait. Il paraît donc convenable de regarder jusqu'à nouvel ordre les Atoposauridés comme appartenant à la même division des Reptiles que les Crocodiles, et c'est ce que M. Jourdan paraît avoir admis lorsqu'il a choisi les dénominations imposées par lui aux deux genres qu'on lui doit. Cependant les Atoposaures et les animaux qui s'en rapprochent doivent constituer, comme nous l'avons déjà dit, une sous-division particulière.

» L'*Alligatorium Meyeri* se distingue par les nombreuses excavations miliaires qui donnent à la partie supérieure de son crâne une apparence finement grêlée. Il a sur le dos et sur la queue des plaques osseuses marquées de semblables ponctuations.

» Les Homéosauridés de Cirin sont de plusieurs genres, dont un reçoit, de M. Jourdan, le nom de *Stelliosaurus*; ce n'est peut-être qu'un Homéosaure véritable.

» Un autre, le *Sapheosaurus Thiollieri*, H. de M., est représenté à Kelheim par le *S. laticeps* du même auteur, que A. Wagner distingue génériquement sous la dénomination de *Piocormus* (1). Ce que l'on sait de ces animaux et l'ignorance dans laquelle on est encore des particularités distinctives de la dentition, aussi bien que de celles présentées par le crâne chez le *Sapheosaurus Thiollieri*, ne permettent pas de dire s'il faut séparer de ce dernier le *Sauranodon incisivus* de M. Jourdan, qui présenterait pour principal caractère d'avoir le bord des mâchoires tranchant et sans dents distinctes, comme le sont celles des Homéosaures et des Stelliosaures. La structure de ce bourrelet des mâchoires devra être examinée avec soin.

» Un genre plus facile à caractériser est celui des *Saurophidium* de M. Jourdan (*S. Thiollieri*, id.), dont le crâne est étroit, et qui a le corps presque serpentiforme, et terminé par une longue queue. Ses mâchoires sont garnies de dents aiguës à pointe dirigée en arrière. Sa longueur totale est d'environ un mètre. Ce Reptile a les jambes assez courtes, mais ro-

(1) *Mémoires de l'Académie de Munich*, t. VI, p. 66, *Pl. XXVII*.

bustes. Il me paraît évident qu'il est le même que l'*Anguisaurus bipes* de Munster, trouvé à Solenhofen (1), ou qu'il est tout au moins du même genre que lui. A. Wagner a d'ailleurs montré (2) que l'Anguisaure a quatre pattes, ce qui est aussi le cas pour le *Saurophidium*, et non deux, comme Munster l'avait cru d'abord. C'est pourquoi il a remplacé le nom spécifique de *bipes* donné à l'espèce type de ce genre par celui de *Munsteri*.

» Parmi les caractères qui rattachent les Homéosauridés aux Sauriens proprement dits, on peut citer la disposition acrodonte des dents, la conformation du crâne, la présence d'un os en T en avant du sternum, la disposition des pièces de l'épaule, l'existence de côtes ventrales s'étendant jusque auprès du bassin et la constitution des os du carpe. Sans la forme procœlienne, c'est-à-dire biplane ou biconcave des vertèbres, on serait conduit à associer ces anciens Reptiles aux Agamiens de la faune actuelle; mais les Agamiens ont, comme tous les Sauriens de nos jours et comme tous ceux de la période tertiaire, les Geckotiens exceptés, les vertèbres procœliennes, c'est-à-dire concaves en avant et convexes en arrière. Cependant cette exception des Geckotiens, que j'ai le premier signalée (3), n'est pas la seule que l'on connaisse maintenant parmi les Sauriens existants. M. Gunther l'a retrouvée chez un Saurien de la Nouvelle-Zélande, le *Hatteria* (4), que l'on regardait comme un Agamien. Ce Hattéria, dont M. Gunther propose de former un ordre à part, qu'il appelle l'ordre des *Rhynchocephalia* (5), et que n'admettront peut-être pas tous les zoologistes, mérite d'être mentionné à propos des Homéosauridés. Il les rattache à certains égards à la faune moderne, et les conditions de géographie zoologique ainsi que de géographie botanique de l'archipel auquel il appartient, donnent à ce rapprochement un intérêt qui n'échappera à personne. Le Hattéria est inférieur par plusieurs de ses caractères aux Sauriens ordinaires, et il manque en particulier d'organes de copulation. Cependant il a l'os tympanique soudé au crâne, ce qui avait été regardé jusqu'à présent comme un caractère séparant les Crocodiliens des Sauriens.

» On ne saurait rien dire de certain à l'égard d'un autre genre de Sau-

---

(1) *Jahrb. f. Mineral*, 1839, p. 676.

(2) *Mémoire de l'Académie de Munich*, 1861, p. 38, *Pl. IV*.

(3) Article *Reptiles* du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*.

(4) *Hatteria punctata*, Gray; genre *Rhynchocephalus*, Owen.

(5) *Phil. trans. r. Soc. Lond.*, 1867.

riens, représenté par M. Jourdan sur ses planches, et auquel ce savant naturaliste a donné le nom d'*Euposaurus*. La disposition des dents semble bien offrir quelque analogie avec ce que l'on connaît chez les Varans et chez l'Héloderme, mais ce n'est pas là une indication suffisante pour établir les véritables affinités de ce Reptile. L'Euposaure était comparable par ses dimensions à nos plus petites espèces de Sauriens.

» Je terminerai cette Note en faisant remarquer qu'on n'a jusqu'ici recueilli à Cirin aucun débris susceptible d'être attribué au *Compsognathus longipes,* singulier reptile découvert à Solenhofen et qui constitue une famille bien distincte (1) dans cette classe d'animaux. La première description en est due à A. Wagner (2).

» Tout en offant la conformation générale des Reptiles, plus particulièrement celle des Sauriens, le Compsognathe tient des Oiseaux par plusieurs particularités importantes. Ainsi il a les os longs fistuleux, ce qui se voit aussi chez les Ptérodactyles, et sa jambe, dont les métatarsiens sont néanmoins séparés, rappelle à plusieurs égards celle des Oiseaux, ainsi que MM. Gegenbaur et Huxley en ont fait la remarque; mais il ne volait pas, et les modifications de structure qu'il présente sont surtout appropriées à la locomotion par bonds, ce qui lui donne, dans son apparence générale, un *facies* analogue à celui des Mammifères sauteurs. Comme eux, il devait se tenir facilement sur les pattes de derrière, et il les a plus longues que celles de devant.

» Le genre Compsognathe n'est encore connu que par un seul exemplaire conservé au musée de Munich. Nos collections en ont reçu, de ce Musée, un moulage que je mets sous les yeux de l'Académie, ainsi qu'une partie des modèles exécutés à Lyon, et l'Atlas des Reptiles de Cirin dû à M. Jourdan. »

M. Chasles, en présentant à l'Académie un nouvel ouvrage de M. *Quetelet,* Correspondant de l'Académie des Sciences morales et politiques, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le nouvel ouvrage de M. Ad. Quetelet intitulé : *Anthropométrie, ou Mesure des différentes facultés de l'homme* Cet ouvrage, qui fait suite aux volumes de l'auteur sur la *Physique sociale*

---

(1) *Compsognathidæ.*

(2) *Mém. de l'Acad. de Munich,* 1861, p. 30, *pl. III.*

ou Essai sur le développement des facultés de l'homme (1), et la *Théorie des probabilités appliquées aux sciences morales et politiques* (2), présente une extension considérable des questions et des lois qui concernent l'*homme* pris dans le *corps social*.

» L'homme *individuel* a été étudié sous tous les rapports : on s'est occupé successivement de son physique, de son moral, de son intelligence. Chacune de ses facultés a donné lieu à une ou plusieurs sciences différentes; mais, hormis quelques cas, on n'a pas cherché aussi les lois générales qui concernent les hommes dans leurs dépendances les uns à l'égard des autres, pour le physique, le moral et l'intelligence. « Il est temps, » dit M. Quetelet, de s'occuper des lois de l'*espèce*, après avoir pris tant de » soin pour trouver celles de l'*individu*. » Il s'agit d'assimiler les hommes entre eux, dans telle ou telle condition de leur existence. Ainsi, par exemple, qu'on prenne les hommes d'un même âge, d'une même population ou d'une même ville, et qu'on les considère sous le rapport physique de leur taille : les uns seront très-petits, les autres très-grands, et la majorité obtiendra une certaine *moyenne*. M. Quetelet introduit à ce sujet une courbe remarquable dont les abscisses représentent la *grandeur*, et les ordonnées le *nombre* des individus d'un âge donné. Il nomme cette courbe *binomiale*, à raison de la relation de ses ordonnées avec les termes successifs de la formule du binôme.

» Si, au lieu des tailles, on prend les poids, les forces, les vitesses ou les autres qualités des hommes d'une même nation, c'est cette même loi binomiale que l'on trouve. Il en est de même à l'égard des qualités morales ou intellectuelles, par exemple pour l'époque de la vie offrant le plus de penchant à tel ou tel genre de vice ou de vertu.

» Ce principe ne concerne pas l'homme seulement : on le retrouve dans tous les êtres vivants, même dans les plantes.

» On peut s'étonner que cette loi si générale, qui fixe à notre *espèce* la même unité que l'on trouve dans l'*individu*, n'ait pas encore été remarquée. L'ouvrage actuel marque un pas considérable dans l'étude de ces questions qui embrassent le monde physique et moral. Il donnera lieu à des recherches dans cette branche nouvelle des sciences, qui demande l'application des mathématiques à tant d'autres connaissances si variées. »

---

(1) 2 vol. in-8°, 1869.

(2) 1 vol. in-8°, 1848.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission pour la vérification des comptes.

MM. Mathieu et Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE.. — *Sur le pétrole*. Note de **M. H. Byasson.**

(Commmissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Combes, H. Sainte-Claire Deville.)

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de nos études sur le pétrole, au point de vue de sa composition, de son traitement industriel, du meilleur moyen de reconnaître son degré d'inflammabilité, et de son origine.

» La composition des pétroles d'Amérique a été surtout établie par Pelouze et M. Cahours, dès 1863. Ces savants ont montré que la plus grande partie du pétrole était formée par des carbures de la série du formène, et, au point de vue analytique traité dans leur Mémoire (1), il y a peu de chose à ajouter. Par des distillations fractionnées très-multipliées, nous étions parvenus à isoler, du pétrole de Pensylvanie, quatorze carbures liquides, dont les points d'ébullition correspondent assez exactement à ceux qui sont indiqués dans le Mémoire cité. Le premier produit obtenu bouillait vers 28 degrés C. à la pression $0^{mm},755$; le dernier, vers 323 degrés; mais n'avons pas pu parvenir à préparer des carbures possédant un point d'ébullition fixe. Poussant plus loin la séparation des corps homologues qui forment une série continue, nous avons obtenu, toujours par distillations fractionnées, des carbures solides, connus sous le nom de *paraffine*. M. Norman-Tate et, après lui, Pelouze et M. Cahours ont avancé, mais sans démonstration, qu'il devait exister plusieurs paraffines. Nous avons séparé cinq produits solides, dont les points de fusion sont les suivants : 30, 41, 50, 58 et 65 degrés. Mais, pendant les distillations fractionnées, ces corps s'altèrent légèrement, et, si les chiffres précédents démontrent l'existence de plusieurs paraffines, nous ne saurions affirmer, vu les difficultés pratiques, que nous ayons séparé cinq paraffines distinctes, ou des mélanges d'au moins

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. I; 1864.

deux ou trois d'entre elles. Si nous pouvions isoler ces corps dans un état de pureté suffisante, il serait intéressant de voir quel rapport il existe dans les différences de leurs points d'ébullition et de leurs points de fusion. Lorsqu'on agite le pétrole brut avec de l'acide sulfurique d'une densité moyenne de 1,7, si l'on sépare par décantation le liquide non attaqué qui surnage, et si l'on étend d'eau, avec précaution, l'acide qui s'est fortement coloré, il vient à la surface une substance noire, d'une odeur nauséabonde. La quantité séparée, pour un échantillon de pétrole de Pensylvanie, est égale à 4 pour 100; pour un échantillon de pétrole du Canada, nous avons obtenu 11 pour 100. Ce liquide séparé ainsi, et distillé, fournit deux séries de produits : les uns bouillant à une température inférieure à 80 degrés, les autres vers 250 degrés; les produits intermédiaires sont en très-faible quantité, car le thermomètre s'élève très-rapidement de 80 à 250 degrés. Ces mêmes produits se forment dans la distillation du pétrole; c'est à eux qu'est due principalement l'odeur désagréable du produit; ils constituent des carbures appartenant à la série étylénique, mais ils renferment du soufre. De même que les carbures les plus volatils de la série du formène, ils ont sur les animaux soumis à l'inhalation de leurs vapeurs une action rapide, anesthésique, mais difficile à graduer et qui amène souvent la mort.

» Au point de vue du traitement industriel, nous ferons observer qu'en laissant de côté la mauvaise foi, cause habituelle de l'existence des pétroles facilement inflammables, on ne tient pas compte de la faible conductibilité pour la chaleur de ces carbures; la conséquence de ce fait est double : lorsqu'on distille 1500 à 2000 litres de pétrole à la fois : 1° la séparation des parties les plus volatiles s'effectue incomplétement; 2° les parties plus directement chauffées se décomposent partiellement et produisent des carbures volatils, appartenant aux premiers termes de la série. L'industriel qui ne se sert, pour la séparation des produits, que de l'indication du densimètre, ne peut être prévenu de l'existence de ces produits volatils dans un pétrole dont le point d'ébullition moyen est élevé. Dans nos distillations dans des cornues de verre, nous avons, pour obvier à cet inconvénient, pris l'habitude de mettre des faisceaux de fils de fer très-fin, reposant sur la partie chauffée, et qui devaient agir comme conducteurs. Le même procédé est facilement applicable en grand, sans rien changer aux appareils.

» Le moyen le plus fréquemment employé pour reconnaître le degré d'inflammabilité des pétroles est, à notre avis, défectueux et peu scientifique. Lorsqu'un appareil indique que le pétrole s'enflamme vers 350 ou 360 degrés, cela signifie qu'à cette température le pétrole émet des vapeurs

qui, à une certaine distance, s'enflamment ou forment avec l'air un mélange qui détone et éteint une flamme. Nous ne pouvons ici faire ressortir les inconvénients nombreux d'un pareil procédé. Pour nos études comparées, nous avions fait construire, dès 1865, un petit appareil facile à manier pour tout le monde, et dont le principe, pour la détermination du degré d'inflammabilité, est la mesure approchée de la tension de vapeur qui est appréciée par la hauteur d'une colonne d'eau. Les produits les plus volatils et les plus inflammables ont en effet une tension considérable, supérieure, pour certains, à celle de l'éther sulfurique, et l'existence de 5 à 10 pour 100 de ces corps est des plus dangereuse. Il serait certainement utile d'arriver à vulgariser un procédé certain, pour l'essai d'un produit dont la circulation ne présenterait plus de dangers, s'il était bien préparé, et qui, dans un avenir prochain, est certainement appelé à être utilisé sur une plus grande échelle pour le chauffage des machines, lorsque quelques difficultés pratiques auront été surmontées.

» La question de l'origine du pétrole a déjà produit quatre ou cinq théories différentes. Dans une expérience que certaines considérations nous avaient amenés à exécuter, nous avons, en faisant agir l'acide carbonique et l'eau dans des conditions fort simples, obtenu une petite quantité d'un liquide inflammable, presque inattaquable par l'acide sulfurique, d'une odeur ayant quelque analogie avec celle des carbures du pétrole. Notre expérience, faite sur une trop petite échelle, devra être reprise : c'est ce que nous comptons faire prochainement. Les substances que nous faisons agir les unes sur les autres étant très-répandues sur notre globe, il sera peut-être possible de formuler une nouvelle théorie de la formation du pétrole, de la rattacher aux soulèvements des montagnes et aux éruptions volcaniques, et de grouper autour d'elle plusieurs faits importants signalés dans l'histoire de la terre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les courants atmosphériques de l'hémisphère boréal, au point de vue de la prévision du temps; par* M. DE TASTES. [Extrait (1).]

(Commissaires : MM. Becquerel, Ch. Sainte-Claire Deville, de Tessan.)

« On sait que l'action solaire, combinée avec le mouvement diurne de la

---

(1) Nous croyons devoir ajouter l'extrait suivant d'une lettre adressée par l'auteur à M. le Secrétaire perpétuel, avec sa Communication :

« Dans la séance du 26 juin dernier, à propos de la discussion soulevée entre MM. Renou

terre, détermine dans l'atmosphère une circulation continue entre les régions équatoriales et les régions situées sous les latitudes élevées. Je dis : « *les latitudes élevées* » et non les latitudes polaires, car l'air qui avoisine les pôles reste en dehors de cette circulation. Reposant sur des glaces éternelles, à peine attiédi pendant l'été par les rayons obliques d'un soleil le plus souvent voilé de brumes épaisses, dépouillé pendant l'hiver de sa vapeur d'eau transformée en fines aiguilles de glace, cet air reste fréquemment dans un état de calme absolu, interrompu seulement par quelques perturbations locales de peu de durée. On est donc autorisé à désigner la zone aérienne qui entoure les pôles sous le nom de région des *calmes polaires*.

» Le contour de cette zone est incessamment battu par les courants d'air plus chaud qui la côtoient. Il forme, pour ces courants, une véritable rive, une sorte de banquise aérienne. Il est à peine nécessaire de dire que cette rive ne saurait présenter le contour net et tranché d'une rive solide ou même liquide.

» ... Cette zone de contact est le théâtre fréquent de perturbations atmosphériques et de tempêtes de neige.

» L'air des hautes latitudes, aspiré vers la zone torride par le tirage équatorial, forme, sous l'influence du mouvement diurne de la terre, les vents si connus sous le nom d'*alizés*. Les circonstances dans lesquelles s'opère le retour des alizés sont encore entourées d'obscurité, et les explications qu'on en donne ordinairement laissent à désirer. Toujours est-il qu'à partir du 30e degré de latitude nord, nous les retrouvons sous forme de vents de sud-ouest dans les parties inférieures de l'atmosphère. Nous avons donc à la surface de la terre, dans la zone tempérée, les courants froids venus du nord-est et les courants tièdes du sud-ouest; ils devraient se juxtaposer et présenter des bandes alternatives (chaudes et froides, humides et sèches),

---

et Marié-Davy, M. Charles Sainte-Claire Deville a bien voulu faire mention d'un travail que j'avais présenté, en juillet 1870, à la Société Météorologique, et où j'annonçais, comme conséquence de la situation actuelle des courants atmosphériques, un hiver très-rigoureux, *un des plus remarquables du siècle*. « Reste à savoir, disait M. Deville, si la persistance de » certains courants atmosphériques dont parle M. de Tastes n'est pas elle-même périodique, » auquel cas les considérations sur lesquelles il a fondé sa prédiction viendraient à l'appui » des idées de M. Renou. »

» Ces paroles me font un devoir d'exposer sommairement à l'Académie les idées qui m'ont conduit à une prévision que l'événement n'a que trop justifié. Elles me serviront, je l'espère, d'excuse aux yeux de l'Académie, si j'ose exposer devant elle une doctrine que je ne jugeais pas encore assez élaborée pour mériter l'honneur de lui être présentée. »

analogues à ces bandes alternées, bleues et vertes, qu'offre la mer Glaciale dans les parages du Spitzberg. C'est ce qui arriverait si la surface de la terre était partout identique...; mais la configuration des rives de l'Atlantique modifie profondément cet état de choses dans cette partie de notre hémisphère.

» Tout le monde sait que le règne constant des alizés détermine un transport des eaux de l'Océan de l'est à l'ouest. Ce courant est partagé en deux branches inégales par le continent sud-américain.... La masse principale, comprimée dans l'espace relativement étroit du golfe du Mexique, s'élance par le canal resserré qui sépare la Floride des îles Bahamas, ayant emmagasiné une force vive suffisante pour assurer son transport à travers l'Atlantique, jusqu'aux rivages de l'Europe septentrionale. C'est sur ce lit d'eaux tièdes que les courants de retour de l'alizé se rassemblent et forment cet immense fleuve aérien qu'on appelle le *courant équatorial*. Il s'infléchit vers l'est en cotoyant la région des calmes polaires, qui forme sa rive gauche, et le sens invariable de rotation des bourrasques dont il est parsemé est la conséquence mécanique du frottement exercé sur l'air, comparativement calme, qui constitue la rive concave sur laquelle il glisse. Après avoir condensé la plus grande partie des vapeurs dont il est chargé, sur les parages de la Finlande et de la Russie septentrionale, dont il alimente les grands lacs, il revient à travers l'Europe orientale, sous le nom fort contestable de *courant polaire*, rejoindre la région des alizés. Il se réchauffe en progressant vers le sud, s'éloigne de plus en plus de son point de saturation, et produit ces vents secs d'entre nord et nord-est qui, sous différents noms, caractérisent les climats de l'Asie Mineure et de l'Égypte. Ce vaste circuit circonscrit un espace dont les dimensions et la position géographique varient, avec les fluctuations du fleuve aérien qui l'entoure. Là, règnent les pressions élevées, un ciel serein, des temps généralement calmes, et ces mouvements de l'air ne sont dus qu'à des causes locales (1).

» La grande étendue du Pacifique ne saurait se prêter à la formation d'un circuit aussi bien déterminé.

» ... Considérons une projection stéréographique de l'hémisphère nord,

---

(1) Au premier rang de ces causes, il faut ranger les différences de température entre le jour et la nuit, qui amènent les brises de terre et de mer sur les côtes, les mouvements alternatifs ascendants et descendants de l'air sur les pentes des montagnes, etc. Ces phénomènes s'effacent entièrement lorsque la contrée qui en est le théâtre sort de la zone des calmes pour passer sous le régime des grands courants généraux, l'équatorial direct ou son courant de retour.

sur le plan de l'équateur; divisons-la en deux parties égales par le méridien de New-York, qui est à peu près le 75e de longitude occidentale, et traçons sur cette projection les lignes isothermes. La bande comprise entre l'isotherme de zéro et celle de — 5 degrés représente la position moyenne de cette zone, qui limite les calmes polaires. Le 75e de longitude coupe l'espace oblong et irrégulier compris entre ces limites en deux parties inégales, dont la plus grande s'étend du côté du Pacifique. La supériorité de force d'impulsion et d'ampleur de l'équatorial Atlantique sur celui du Pacifique rend compte de ce résultat, qui assure à l'Europe un climat privilégié. La pression exercée par ces deux courants opposés sur la zone des calmes polaires détermine la forme oblongue de cette zone, la forme renflée de ses extrémités, qui s'étendent sur les continents américains et asiatiques, ainsi que les deux concavités très-sensibles de sa partie moyenne. Admettons que les rôles soient intervertis, que l'équatorial Pacifique croisse en volume et en force d'impulsion, et que l'équatorial Atlantique éprouve un amoindrissement correspondant : la zone des calmes polaires se déplace vers l'Europe, les banquises de la mer Glaciale descendent vers le sud, les chances d'aborder le Gröenland oriental ou la terre de Gellis vont en diminuant, et les expéditions les mieux conduites, comme celle de la *Germania* dans l'été de 1868, aboutissent à un échec. L'Europe voit diminuer ses priviléges météorologiques, elle se rapproche des conditions ordinaires des contrées de même latitude. Hivers plus rigoureux, séparés d'un été sec et chaud par un printemps très-court, température moyenne de l'année abaissée, diminution dans la quantité annuelle de pluie, telles sont les principales conséquences du déplacement de la zone polaire, dû à une activité exceptionnelle des courants aériens du Pacifique.

» La région des calmes polaires, et c'est là le point capital sur lequel j'ai l'honneur de solliciter le jugement de l'Académie, paraît soumise à des oscillations autour d'une position d'équilibre moyen, indiquée par le tracé des isothermes, entre les deux circuits aériens qui la compriment dans deux sens opposés. Ces mouvements doivent présenter une étroite connexion avec les variations de l'intensité et des coordonnées magnétiques, et avec la fréquence ou la rareté des aurores boréales visibles à nos latitudes. Ces oscillations sont-elles régulières, et, dans ce cas, quelle est la durée de la période? La période est-elle quarantenaire, comme l'établissent les observations de M. Renou? Quelques faits périodiques, qui se rattachent évidemment aux vicissitudes de notre courant équatorial, comme les crues du lac de Ladoga, les inondations presque décennales de la Loire, sembleraient indiquer une période plus courte; mais cela n'infirmerait en rien la

doctrine soutenue par cet éminent météorologiste. Rien ne nous défend d'admettre que des mouvements périodiques, dus à des causes multiples qui peuvent tantôt se corroborer, tantôt se combattre, ne puissent présenter, à de longs intervalles, un caractère plus accentué. Si, par exemple, les marées ordinaires ne produisaient jamais qu'une dénivellation de quelques centimètres, elles passeraient inaperçues; les marées des syzygies équinoxiales, atteignant quelques décimètres, seraient seules sensibles, et l'on serait autorisé à dire que la marée est un phénomène dont la période est de six mois.

» Sans élever la prétention, assurément déraisonnable dans l'état peu avancé de la science météorologique, de découvrir les causes complexes de ces mouvements oscillatoires, nous avons, dans l'observation des allures changeantes de notre courant équotorial, un moyen pratique d'établir ou de renverser la théorie, encore incertaine, du retour régulièrement périodique des grands hivers. Les bourrasques dont il est parsemé sont pour nous des points de repère, des bouées flottantes qui nous indiquent son cours.

» ... C'est ainsi que, dès mois de septembre 1869, l'examen des cartes quotidiennes de l'Observatoire et quelques observations personnelles me portèrent à soupçonner que le courant équatorial manquait de vigueur et paraissait s'élever moins que de coutume vers les hautes latitudes. Un hiver assez rigoureux, suivi d'un printemps sec, me paraissait probable. Pendant tout l'été de 1870, la faiblesse de l'équatorial s'accentua de plus en plus. Réduit à de faibles proportions, il atteignait rarement nos côtes. Il contournait le nord de l'Écosse, descendait sur le Danemark et l'Allemagne, répandait les pluies et les orages sur l'Europe centrale, tandis que notre région, placée dans la zone des calmes, éprouvait la sécheresse exceptionnelle qui a caractérisé cette année néfaste. Après un mois de septembre d'une implacable sérénité, la branche transverse de l'équatorial descendit sur la France et nous donna un mois d'octobre assez pluvieux. Mais la direction générale du transport de l'air était de l'ouest à l'est, et non du sud-ouest au nord-est, comme dans les années ordinaires. Derrière ce rideau de nuages refoulé peu à peu vers le sud, s'avançait la région des calmes polaires, dont la brillante aurore boréale du 23 octobre signalait la proximité. Je n'eus dès lors aucune raison de regretter d'avoir, dès le mois de juillet 1870, publié ces paroles que M. Ch. Sainte-Claire Deville a bien voulu citer à l'Académie : « L'hiver de 1870 à 1871 sera l'un des grands » hivers du siècle. »

M. D. Leconte adresse, de Barcelone, un Mémoire portant pour titre : « Moteur hydro-atmosphérique du Rabey. »

Dans ce Mémoire, l'Auteur croit devoir revendiquer la propriété, pour l'idée de l'emploi de la force hydraulique à la compression de l'air et de la circulation de cet air dans les tubes en fer, le conduisant vers les points où sa force élastique doit être utilisée.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. H. Flament adresse un Mémoire « Sur un mode d'installation des cabinets d'aisance, par la ventilation. »

(Commissaires : MM. Becquerel, Morin, Faye.)

M. A. Brachet adresse des observations relatives à l'application des prismes solido-fluides à la lunette Porro, et à l'emploi de ses obturateurs des radiations extrêmes dans la lampe électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Bourgogne, M. Farmer, M. Stewart, M. de Braunecker adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Henwood*, portant pour titre : « Les dépôts métallifères et les températures souterraines; »

2° Un Ouvrage de M. *Al. Perrey* « Sur les tremblements de terre et les éruptions volcaniques dans l'archipel Hawaien, en 1868 »;

3° Une brochure de M. *E. Saint-Edme*, intitulée : « L'électricité appliquée aux arts mécaniques, à la marine, au théâtre ».

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur dégagée par la dissolution des gaz dans les liquides.* Note de M. J. Moutier, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les recherches de MM. W. Thomson et Kirchhoff sur l'énergie intérieure d'un corps ont permis d'aborder indirectement l'étude de la chaleur

dégagée par la dissolution d'un gaz dans un liquide : cette question peut recevoir une solution directe.

» D'après la loi de Henry et de Dalton, un volume liquide u, en contact à la température absolue T avec un gaz sous la pression p, tient en dissolution un volume αu de ce gaz mesuré sous cette pression p, en désignant par α le coefficient de solubilité du gaz dans le liquide à la température T. Si l'on représente par v le volume du gaz non dissous, la masse gazeuse, tant en dissolution qu'à l'état d'atmosphère libre au-dessus du liquide, occupe le volume $v + \alpha u$ à la température T et sous la pression p, de sorte que, si l'on désigne par μ une constante propre à cette masse gazeuse, les lois de Mariotte et de Gay-Lussac donnent la relation

$$\frac{p(v+\alpha u)}{\mathrm{T}} = \mu.$$

» Si le volume du gaz non dissous v éprouve un accroissement infiniment petit dv par suite d'une diminution de pression, la température restant constante, le volume liquide u n'éprouve pas de variation sensible, la quantité de chaleur nécessaire pour produire cette transformation élémentaire réversible peut se représenter par $l dv$; le coefficient l a pour valeur, d'après le théorème de Carnot,

$$l = \mathrm{AT}\frac{dp}{dt}.$$

» A désigne l'équivalent calorifique du travail, dp l'accroissement de pression relatif à un accroissement de température $d\mathrm{T}$ sous le volume constant $v + u$ occupé par la dissolution et le gaz non dissous.

» La valeur de $\frac{dp}{dt}$ se déduit de la première relation en remarquant que, le volume $v + u$ devant demeurer constant, $dv = -du$,

$$\frac{dp}{d\mathrm{T}} = \frac{\mu}{v+\alpha u} - \frac{\mu \mathrm{T}}{(v+\alpha u)^2}\left[u\frac{d\alpha}{d\mathrm{T}} + (\alpha - 1)\frac{du}{d\mathrm{T}}\right].$$

» Si l'on désigne par δ le coefficient vrai de dilatation du liquide à la température T, $\delta = \frac{1}{u}\frac{du}{d\mathrm{T}}$, et si l'on pose, pour abréger,

$$m = -\frac{d\alpha}{d\mathrm{T}} - (\alpha - 1)\delta,$$

on obtient aisément

$$l dv = \mathrm{A}p\,dv + \mathrm{A}mu\mu\mathrm{T}^2\frac{dv}{(v+\alpha u)^2}.$$

» Le premier terme représente la chaleur consommée par le travail extérieur pendant l'expansion élémentaire du gaz; par suite, le second terme représente la chaleur dQ consommée par le travail interne lorsque le gaz se sépare partiellement du dissolvant pendant l'expansion élémentaire du gaz, sans que la température varie.

» Lorsque le gaz non dissous passe du volume v au volume v_1, et de la pression p à la pression p_1, la température restant constante,

$$\int_v^{v_1} l\,dv = \mathrm{A}\int_v^{v_1} p\,dv + \mathrm{A}mu\mu\mathrm{T}^2\int_v^{v_1}\frac{dv}{(v+\alpha u)^2}.$$

» Un calcul simple donne finalement

$$\int_v^{v_1} l\,dv = \mathrm{A}\mu\mathrm{T}\,\text{log. nép.}\left(\frac{p}{p_1}\right) + \mathrm{A}mu\mathrm{T}(p - p_1).$$

» Telle est l'expression de la quantité de chaleur qu'il faut communiquer à la dissolution et au gaz non dissous, pour amener la pression de la valeur p à la valeur inférieure p_1, en maintenant la température constante; cette quantité de chaleur est égale à la chaleur dégagée dans l'opération inverse, qui consisterait à faire croître la pression du gaz non dissous de p_1 à p, en maintenant également la température constante. L'analogie de ce phénomène avec ceux de la vaporisation ou de la fusion est évidente, et si l'on emploie des expressions semblables à celles qui servent à désigner les quantités de chaleur consommées par les changements d'état, la quantité de chaleur considérée précédemment représentera la *chaleur latente de dissolution* du gaz dans le liquide. Les deux termes qui la composent représentent, le premier, la *chaleur latente externe de dissolution,* et le second, la *chaleur latente interne de dissolution*.

» Il est aisé de reconnaître, au moyen d'une transformation facile de calcul, que la valeur trouvée précédemment pour la chaleur interne dégagée par le fait de la dissolution d'un gaz dans un liquide se confond avec l'expression obtenue par M. Kirchhoff (1), en supposant que la dissolution du gaz s'effectue sous pression constante, si l'on admet que le liquide dissolvant amené à l'état de vapeur raréfiée, offrant tous les caractères d'un gaz parfait, occupe un volume considérable par rapport à celui du gaz dissous. L'expression de la chaleur interne de dissolution donne lieu à plusieurs remarques.

---

(1) *Théorie mécanique de la chaleur*, par E. Verdet, publiée par MM. Prudhon et Violle, t. I, p. 319.

» Si l'on rapporte la chaleur de dissolution à l'unité de poids de gaz dissous, la chaleur externe de dissolution dépend de la pression sous laquelle la dissolution s'est opérée, la chaleur interne de dissolution au contraire est une *fonction de la température seule*.

» En effet, les masses de gaz en dissolution sous les pressions p_1 et p occupent le même volume αu sous ces pressions respectives; le gaz qui s'est dissous lorsque la pression a varié de p_1 à p occupe donc le volume αu sous la pression $p - p_1$ et, par suite, le volume $\alpha u(p - p_1)$ sous une pression égale à l'unité de poids. Si l'on suppose le poids du gaz dissous égal à l'unité, en désignant par ϖ le poids de l'unité de volume du gaz à la température T, sous une pression égale à l'unité,

$$\alpha u(p - p_1) = \frac{1}{\varpi}.$$

» La chaleur interne de dissolution $\mathrm{A}mu\mathrm{T}(p - p_1)$, rapportée à l'unité de poids du gaz dissous est, d'après la relation précédente,

$$\mathrm{Q} = \frac{\mathrm{A}m\mathrm{T}}{\alpha\varpi}.$$

» Les trois quantités m, α, ϖ sont des fonctions de la température seule. *A une même température, la chaleur interne de dissolution est donc indépendante de la pression sous laquelle s'opère la dissolution et du volume du dissolvant.*

» Si l'on néglige la dilatation du liquide, qui est en général très-faible, la quantité m se réduit à $-\frac{d\alpha}{d\mathrm{T}}$,

$$\mathrm{Q} = -\frac{\mathrm{AT}}{\varpi}\frac{1}{\alpha}\frac{d\alpha}{d\mathrm{T}}.$$

» Par conséquent, *lorsque la chaleur interne de dissolution d'un gaz est positive, le coefficient de solubilité de ce gaz décroît lorsque la température s'élève*, ce qui est le cas ordinaire. La variation qu'éprouve le coefficient de solubilité d'un gaz par l'effet des changements de température se trouve ainsi liée à la chaleur interne dégagée, lorsque le gaz se dissout à température constante.

» Une masse de gaz occupant l'unité de volume sous une pression égale à l'unité a pour poids ϖ; la chaleur interne dégagée par la dissolution de cette masse de gaz est

$$\mathrm{Q}\varpi = -\mathrm{AT}\frac{1}{\alpha}\frac{d\alpha}{d\mathrm{T}}.$$

» On déduit de là cette proposition : *Lorsque des volumes égaux de diffé-*

rents gaz rapportés à la même pression se dissolvent à la même température, les chaleurs internes de dissolution sont proportionnelles aux dérivées, par rapport à la température, des logarithmes népériens des coefficients de solubilité de ces divers gaz. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les spectres du carbone, du bore, du silicium, du titane et du zirconium.* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'étude des phénomènes de la volatilisation apparente du bore et du silicium nous ayant conduits à faire passer l'étincelle d'induction dans des atmosphères contenant du fluorure de bore ou de silicium, ou des vapeurs de chlorures de carbone, de bore, de silicium, de titane et de zirconium, nous avons examiné au spectroscope l'étincelle produite dans ces diverses circonstances, et comparé les spectres donnés par les différents chlorures, après en avoir éliminé les parties communes qui appartiennent au chlore. Nous avons cherché si l'étude comparée de ces spectres ne permettrait pas de poursuivre jusque dans les intensités relatives des rayons émis, et dans leurs différentes réfrangibilités, les analogies que l'on rencontre entre les autres propriétés de ces corps simples, réunis comme on le sait dans un même groupe naturel. C'est le résultat de ces expériences que nous présentons à l'Académie.

» I. Le spectre du carbone donné par l'étincelle électrique dans la vapeur de bichlorure de carbone a été comparé ensuite à celui de la vapeur de carbone, qui, d'après M. Attfield et M. Morren (1), colore la base des flammes hydrocarbonées. Il s'étend de la division 18 à la division 105 du micromètre de notre appareil (2) entre le rouge et l'ultra-violet. Il est formé de groupes de bandes lumineuses séparés par de grands intervalles obscurs, et présente trois maxima de lumière : le premier répond à deux belles bandes brillantes situées à la séparation du jaune et du vert, aux divisions 37 et 38, et à peu près au milieu de l'intervalle DE du spectre solaire; le

---

(1) *Voir* pour le spectre complet du carbone le Mémoire de M. Morren (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV, p. 305).

(2) Le spectroscope dont nous nous servons est l'un des premiers qui aient été construits par M. Steinheil, c'est un des meilleurs que nous ayons rencontrés; les raies du spectre solaire y correspondent aux divisions suivantes : la raie A à la division 0,5; B à 11; C à 14; D à 30; E à 45; F à 55; G à 71; H à 82; L à 85; M à 90; N à 95; P à 102; Q à 105; R à 111.

second, un peu plus intense que le premier, est dans le vert, entre les divisions 51 et 52, plus près de la raie F que de E; le troisième correspond à une série de bandes comprises entre 72 et 76, à droite de la raie G.

» II. Le spectre du bore est compris entre les divisions 20 et 115; il présente, dans le jaune, le vert et le bleu, plusieurs groupes de lignes brillantes doubles, et un espace pâle et comme cannelé entre 100 et 114. Il offre trois maxima d'éclat : le premier, dans le vert, aux divisions 44 et 45, est formé par deux belles raies très-brillantes voisines de la raie E; le second correspond à 52 et 52,5, également dans le vert et avant la raie F; quant au troisième, il est aux divisions 69,5 et 70,5 dans le bleu près de la raie G.

» III. Le spectre du silicium a été obtenu en faisant passer l'étincelle d'induction dans des atmosphères de chlorure ou de fluorure de silicium entre des fils de platine, ou des pointes de silicium; on l'a déterminé aussi en faisant jaillir l'étincelle entre deux pointes de silicium dans l'air. Ce spectre s'étend entre les divisions 21 et 120. Il contient des lignes brillantes dans toutes les couleurs, avec un grand espace sombre au commencement du bleu, et présente trois maxima : le premier est situé entre 49 et 50 à droite de la raie E; le second correspond à deux lignes brillantes très-voisines, placées aux divisions 59 et 60, à la séparation du vert et du bleu; le troisième est formé dans l'indigo par une large bande répondant à 76 et 78 près de la raie H.

» IV. Le spectre du titane, compris entre 21 et 130, présente, dans le vert, le bleu et le violet, de très-beaux groupes de raies fines et brillantes. Il offre trois maxima, qui correspondent : le premier, à cinq raies fines brillantes, séparées par des traits noirs s'étendant de 59 à 62, à droite de F, à la séparation du vert et du bleu; le deuxième, un peu plus intense, à deux raies situées aux divisions 84,5 et 85, dans le violet, près de la raie H; le troisième à une bande violette allant de 100 à 101,5 entre N et P; ce dernier est suivi de plusieurs bandes pâles dans l'ultra-violet.

» V. Le spectre du zirconium est compris entre 22 et 135, il est caractérisé surtout par des bandes nombreuses dans le violet et l'ultra-violet, et présente encore trois maxima bien nets : les deux premiers sont des bandes brillantes qui s'étendent : pour l'un, des divisions 82 à 87, entre H et L; pour l'autre, de 102 à 105, entre P et Q; le trosième enfin, et le plus intense, se trouve dans l'ultra-violet; il est formé par deux belles raies brillantes placées aux divisions 133 et 135.

» *Résumé*. — La comparaison de ces spectres nous conduit aux conclusions suivantes :

» 1° En allant du carbone au zirconium, c'est-à-dire des métalloïdes aux métaux, l'on rencontre des rayons de plus en plus réfrangibles; les spectres s'arrêtent, en effet, du côté du violet aux divisions 105 pour le carbone, 115 pour le bore, 120 pour le silicium, 130 pour le titane et 135 pour le zirconium, qui présente, en ce point, un maximum d'éclat. Ils commencent d'ailleurs à peu près au même endroit du côté des rayons rouges.

» 2° Les spectres présentent chacun trois maxima d'intensité lumineuse, fournis par des groupes de raies brillantes, que notre spectroscope ne pouvait pas toujours séparer nettement.

» 3° En passant du carbone au zirconium, les trois maxima s'avancent de plus en plus vers le violet; ainsi le maximum le moins réfrangible est, dans le spectre du carbone, au milieu de l'intervalle DE, dans celui du bore, il correspond à la raie E; situé pour le silicium entre E et F, il est pour le titane entre F et G, près de F et correspond enfin, pour le zirconium, à l'espace compris entre H et L. Le maximum le plus réfrangible est au voisinage de la raie G pour le carbone, il est fort loin dans l'ultra-violet pour le zirconium.

» Les spectres de ces éléments, étudiés comparativement, conduisent donc à classer ces corps dans l'ordre que leur assigne déjà l'ensemble de toutes leurs autres propriétés. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les spectres du soufre, du sélénium et du tellure.* Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Quand on considère plusieurs corps simples, reliés entre eux par un système complet d'analogies, l'on peut se demander s'il existe dans leurs spectres quelque particularité qui rappelle cette similitude générale de propriétés qui fait placer ces corps à côté les uns des autres, ou bien s'il n'ont aucune relation avec ces autres propriétés. L'expérience pouvant seule répondre à cette question, j'ai essayé de voir ce qu'elle nous apprend au sujet du soufre, du sélénium et du tellure, qui appartiennent, comme on le sait, à la même famille naturelle.

» Lorsqu'on fait passer dans les chlorures de soufre, de sélénium ou de tellure en vapeurs, l'étincelle d'une bobine d'induction dans le courant induit de laquelle on a mis un condensateur, l'on constate que les trois chlorures donnent trois spectres dans lesquels on aperçoit des raies et des bandes communes parfaitement semblables en nombre et en position, et

qui appartiennent au chlore, leur élément commun. En ne conservant des spectres que les parties qui diffèrent entre elles, et qui conviennent à chacun des trois métalloïdes, et, ne s'attachant qu'à leur physionomie générale, on arrive aux résultats suivants :

» I. Le spectre du soufre s'étend entre les divisions 22 et 120 du micromètre; il présente deux maxima d'intensité lumineuse, qui répondent : le premier à une raie double située dans le jaune, entre 34 et 35, à droite de la raie D; le second, et le plus intense, à une bande située au commencement du bleu, tout près de la raie F, et entre les divisions 58 et 59 (1).

» II. Le spectre du sélénium commence à la division 19 pour se terminer à 125; l'on y remarque surtout deux raies jaune-vert aux divisions 40 et 41, situées aux deux tiers environ de la distance DE du côté de E, puis deux raies bleues plus brillantes que les précédentes, et placées aux divisions 67 et 68, au voisinage et à la gauche de la raie G.

» III. Le spectre du tellure, qui commence à 18 dans le rouge-orangé, se prolonge dans l'ultra-violet jusqu'à 146; on y constate deux espaces plus éclairés, caractérisés, l'un par deux bandes indigo, aux divisions 74 et 75, à droite de la raie G, et assez près d'elle, l'autre par deux bandes violet foncé, situées bien au delà de la raie H, aux divisions 104 105, et qui correspondent sensiblement comme position à l'intervalle des raies P et Q.

» *Résumé.* — Si maintenant l'on compare entre eux les trois spectres, l'on voit :

» 1° Qu'ils s'étendent de plus en plus quand on va du soufre au tellure; d'une part, les rayons ultra-violets augmentent à mesure que le corps considéré se rapproche davantage des métaux : la limite des rayons visibles, qui est 120 pour le soufre, 125 pour le sélénium, 146 pour le tellure, met ce fait hors de doute; d'autre part, du côté des rayons les moins réfrangibles, le phénomène se reproduit encore, quoique bien moins accentué, les spectres commençant tous les trois dans le rouge-orangé et en des points assez voisins l'un de l'autre. De plus, la distance entre le sélénium et le tellure est plus grande que celle qui sépare le soufre du sélénium.

---

(1) Le micromètre est celui du spectroscope de M. Steinheil, l'un des premiers et des meilleurs qui aient été construits. La correspondance entre les raies du spectre solaire et les divisions de l'échelle est celle qui suit : la raie A se trouve à la division 0,5; B à 11; C à 14; D à 30; E à 45; F à 55; G à 71; H à 82; L à 85; M à 90; P à 102; Q à 105; R à 111.

» 2° Les spectres présentent tous les trois deux maxima de lumière, dont l'un est supérieur à l'autre en intensité. Chacun d'eux est d'ailleurs formé de deux raies ou bandes séparées par un trait obscur.

» 3° Enfin, lorsqu'on va du soufre au tellure, on voit les deux maxima se déplacer et marcher dans le même sens du côté du violet; les raies ou bandes les plus lumineuses sont en effet situées aux divisions 58-59 pour le soufre, 67-68 pour le sélénium, 104-105 pour le tellure; et celles qui viennent ensuite comme éclat répondent, pour les trois corps, aux positions 34-35 pour le premier, 40-41 pour le second, 74-75 pour le dernier.

» Cette comparaison des spectres, basée sur la fréquence des raies dans certaines régions et sur leurs intensités relatives, établit donc entre les coprs considérés un rapprochement qui ferait placer le sélénium entre les deux autres; l'on sait d'ailleurs que l'ensemble de toutes leurs propriétés les font ranger de cette façon; ainsi, les analogies que ces corps présentent entre eux se poursuivent jusque dans leurs spectres, et les modifications que ceux-ci éprouvent quand on passe du premier au dernier sont tout à fait comparables à celles que subissent, dans le même passage, toutes leurs autres propriétés. »

M. Dumas, après avoir présenté à l'Académie, au nom de M. *H. Sainte-Claire Deville*, les deux Notes qui précèdent, ajoute :

« M. Lecoq de Boisbaudran avait déjà signalé les rapports qui unissent entre eux les spectres des métaux alcalins et ceux des métaux des terres alcalines. Il avait fait voir que le déplacement des raies caractéristiques s'opérait suivant la même loi que les modifications dans le poids de l'équivalent.

» MM. Troost et Hautefeuille, d'un côté, et M. Ditte, de l'autre, reprenant ce sujet avec une grande précision et l'esprit de critique nécessaire pour écarter toute illusion, font voir que la marche des raies vers l'ultraviolet se manifeste exactement comme l'accroissement des poids atomiques, pour le carbone, le bore, le silicium, le titane, l'étain et le zirconium d'une part; de l'autre, pour le soufre, le sélénium et le tellure.

» C'est, fait remarquer M. Dumas, une preuve de plus ajoutée à celles que la science possédait déjà pour démontrer la vérité du principe sur lequel il établissait, dès 1827, la classification des corps simples en familles naturelles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'un sulfure de sélénium.* Note de **M. A. Ditte**, présentée par H. Sainte-Claire Deville.

« Le sélénium et le soufre peuvent, d'après Berzélius, se combiner en toutes proportions; toutefois le chimiste suédois signale particulièrement deux composés : l'un SeS^2 que l'on obtieut en fondant ensemble 2 atomes de soufre pour 1 de sélénium, ou bien en précipitant l'acide sélénieux par l'acide sulfhydrique; l'autre SeS^3 que l'on prépare en fondant 3 équivalents de soufre avec 1 de sélénium; tous les deux sont d'ailleurs des masses fondues et amorphes.

» Dans un récent Mémoire, M. Ratke, en dissolvant dans le sulfure de carbone le premier produit de Berzélius, ou le précipité que produit l'acide sélénhydrique dans l'acide sélénieux, obtient, par des cristallisations fractionnées, des cristaux de composition variable, et qu'il regarde comme des mélanges isomorphes à proportions variables des composés Se^2S et SeS^2.

» Je suis arrivé à préparer une combinaison cristallisée et bien définie de soufre et de sélénium.

» Lorsqu'on traite par l'hydrogène sulfuré une solution concentrée d'acide sélénieux, l'on obtient, en général, un précipité qui bientôt se rassemble en une masse élastique et qui ne paraît pas homogène; mais si l'on a soin de prendre la dissolution très-étendue, en maintenant sa température entre zéro et 5 degrés, si de plus l'acide sulfhydrique passe d'abord dans un flacon laveur plein de glace, le précipité qui se forme est jaune-citron, en poudre fine, et se rassemble facilement au fond du vase, quand la saturation de la liqueur est complète, en laissant au-dessus de lui un liquide incolore. Le précipité, bien lavé et séché dans le vide, permet de préparer un sulfure de sélénium. On y ajoute pour cela une petite quantité de sulfure de carbone, suffisante pour le mouiller seulement, puis on l'abandonne à lui-même; la cristallisation de la masse commence à la surface et s'effectue de proche en proche; au bout de quelques jours, tout le précipité est transformé en paillettes cristallines, tandis que le sulfure de carbone est saturé de soufre dissous; on le remplace par d'autre, que l'on enlève après quelques instants; puis on lave le produit avec de la benzine pure, qui enlève le restant du soufre libre, et enfin à l'alcool : il ne reste plus qu'à le sécher dans le vide.

» On peut aussi mettre immédiatement le précipité primitif en contact avec un excès de benzine pure où s'opère la cristallisation, comme dans le sulfure de carbone, mais avec plus de lenteur.

» Le composé que l'on obtient ainsi se présente sous la forme de petites

paillettes jaune-orangé, brillantes et transparentes, dont la composition répond à la formule SeS, comme le prouvent les nombres suivants (1) :

	Calculé.	Trouvé.				
		I.	II.	III.	IV.	Moyenne.
Soufre........	28,72	28,50	28,66	29,06	28,50	28,68
Sélénium......	71,28	71,64	71,65	71,20	71,10	71,40
	100,00	100,14	100,31	100,26	99,60	100,08

» La liqueur qui surnage le précipité ne renfermant ni sélénium ni acide pentathionique, on peut représenter la réaction par l'égalité suivante :

$$SeO^2 + 2HS = 2HO + SeS + S;$$

et lorsqu'on vient à le traiter par la benzine ou le sulfure de carbone, le soufre libre se dissout, tandis que le sulfure de sélénium cristallise.

» Sa densité est, à zéro, 3,056; à 52 degrés, 3,035; son coefficient de dilatation entre ces limites, 0,00014176; sa chaleur spécifique, 0,1274. Sous l'influence de la chaleur, il fond, puis donne des vapeurs de soufre, et plus tard un mélange de soufre et de sélénium; il est insoluble dans l'eau et dans l'éther, mais se dissout dans le sulfure de carbone en excès. Toutefois, on ne peut plus l'en retirer par cristallisation, car lorsqu'on évapore doucement la dissolution dans ce réactif, soit du précipité que donne HS dans l'acide sélénieux, soit du sulfure de sélénium déjà cristallisé, on obtient d'abord du soufre à peu près pur, puis des cristaux qui s'enrichissent de plus en plus en sélénium, et enfin du sélénium ne contenant plus que très-peu de soufre (2). On ne peut d'ailleurs pas obtenir directement par voie de dissolution l'union du sélénium et du soufre. Mitscherlich a fait voir, en effet, que le sulfure de carbone chargé de soufre ne dissout pas plus de sélénium que lorsqu'il est pur; la dissolution dépose des cristaux de sélénium sans traces de soufre et sous la forme ordinaire.

(1) Pour analyser le sulfure de sélénium, on en traite un poids connu par l'acide azotique, qui le transforme en acide sulfurique et sélénieux. On chasse par évaporation l'acide nitrique en excès, et l'on reprend par l'eau; on ajoute alors de l'acide chlorhydrique, puis du nitrate de baryte, qui précipite l'acide sulfurique seul à l'état de sulfate, que l'on recueille et que l'on pèse. La liqueur filtrée, débarrassée de l'excès de baryte qu'elle contient, est additionnée d'une solution concentrée d'acide sulfureux et chauffée lentement jusqu'à l'ébullition; le sélénium se précipite alors, on le recueille et on le pèse sur un filtre taré.

(2) Ce fait permet de comprendre pourquoi le chimiste allemand obtient trois produits différents dans trois cristallisations fractionnées; on en obtiendrait autant que l'on ferait de fractionnements.

» L'alcool absolu décompose le sulfure de sélénium; mis au contact de ce liquide, il noircit peu à peu, très-lentement, et se sépare de ses éléments. Je reviendrai sur cette décomposition, en indiquant d'autres propriétés de ce sulfure, dans une Communication prochaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation de monamines secondaires par l'action des bases de la formule* $C^nH(2n-7)H^2Az$ *sur le chlorhydrate de naphtylamine.* Note de **MM. Ch. Girard** et **G. Vogt**, présentée par M. Cahours.

« L'un de nous, en collaboration avec M. G. de Laire, a décrit, il y a quelque temps, une méthode de préparation de la diphénylamine phényltoluylamine, ditoluylamine, etc. Nous n'avons cessé, depuis, d'étendre cette méthode, en l'appliquant à la production des monamines secondaires et même des monamines tertiaires des séries homologues.

» Notre étude a porté, dans ce travail, surtout sur l'action des bases de la série phénylique sur la naphtylamine.

» *Action de l'aniline sur le chlorhydrate de naphtylamine.* — En chauffant pendant trente-six heures à la température de 280 degrés en vase clos, le chlorhydrate de naphtylamine avec de l'aniline, on obtient la réaction suivante, qui donne naissance à la phénylnaphtylamine :

$$\left.\begin{matrix}C^{10}H^7\\H\\H\end{matrix}\right\}Az.HCl+\left.\begin{matrix}C^6H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}Az=\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}Az.HCl+\left.\begin{matrix}C^{10}H^7\\C^6H^5\\H\end{matrix}\right\}Az.$$

» A l'ouverture des tubes, il se dégage une certaine quantité d'ammoniaque, quoique la plus grande partie soit à l'état de chlorhydrate d'ammoniaque cristallisé (1).

» Le produit obtenu est un mélange de phénylnaphtylamine de chlorhydrate de cette base et des corps mis en réaction.

» Pour isoler la phénylnaphtylamine, nous avons traité la masse par l'acide chlorhydrique concentré, puis par l'eau chaude. L'eau décompose le chlorhydrate de phénylnaphtylamine en grande partie et dissout les chlorhydrates des autres bases.

» La phénylnaphtylamine se présente sous forme d'huile, qui ne tarde

---

(1) Nous avons remarqué que chaque fois que l'on emploie de l'aniline, même dite pure, il se dégage une odeur sulfureuse à l'ouverture des tubes. Cette odeur provient des sulfures que contient la fonte employée pour la réduction de la nitrobenzine dans la fabrication de l'aniline.

pas à se solidifier par le refroidissement. On la sépare par filtration, puis on la refond sous une solution alcaline pour détruire les dernières traces de chlorhydrate. On filtre de nouveau, on sèche sur du papier buvard, et l'on presse fortement pour enlever les matières huileuses qui peuvent souiller la phénylnaphtylamine.

» On fait alors cristalliser dans l'alcool.

» La naphtylphénylamine se présente ainsi purifiée sous la forme de petits cristaux groupés en mamelons, fusibles à 60 degrés. Elle est soluble dans l'alcool, la benzine, l'éther. Les solutions sont dichroïques. Elle distille sans décomposition à 315 degrés environ, sous une pression de 528 millimètres de mercure. Sa composition a été établie par une analyse qui a donné :

C............	87,14	au lieu de	87,67
H............	6,23	»	5,93

» La phénylnaphtylamine se dissout dans l'acide sulfurique sans coloration; mais, si l'on ajoute une trace d'acide nitrique, la masse prend une coloration verte, qui devient peu à peu bleue.

» Nous avons préparé le chlorhydrate en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique dans une solution de la base dans la benzine. Il se dépose à l'état cristallisé. Il est blanc, soluble dans l'alcool absolu ; il se décompose en partie dans l'alcool ordinaire, l'eau le décompose complétement; à l'ébullition dans la benzine, il perd une grande partie de son acide chlorhydrique.

» *Action de la toluidine sur le chlorhydrate de naphtylamine.* — Cette base s'obtient, comme la précédente, en chauffant en vase clos, pendant trente-six heures, à 280 degrés, du chlorhydrate de naphtylamine avec de la toluidine :

$$\left.\begin{matrix} C^{10}H^7 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az.HCl + \left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az = \left.\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az.HCl + \left.\begin{matrix} C^{10}H^7 \\ C^7\,H^7 \\ H \end{matrix}\right\} Az.$$

» Le mode de formation et de purification est identiquement le même que pour la phénylnaphtylamine.

» A l'état pur, cette base est blanche et se colore légèrement en rose; elle cristallise en beaux cristaux, se dissout dans l'alcool, l'éther et la benzine.

» La crésylnaphtylamine fond à 79 degrés, distille à 290 degrés sous une pression de 528 millimètres de mercure.

» L'analyse conduit à peu près aux mêmes nombres que pour la précé-

dente, vu que la teneur centésimale en carbone diminue, en tendant vers 85,7 pour 100, quand le nombre d'atomes de carbone provenant du groupe phénylique augmente indéfiniment; de sorte que toutes les bases homologues sont comprises entre 87,67 et 85,7 quand le carbone varie de 6 à ∞.

» La solution sulfurique de cette base se colore en brun-acajou en y ajoutant une trace d'acide nitrique.

» Le chlorhydrate s'obtient comme celui de phénylnaphtylamine; il jouit de la même instabilité, mais cristallise en plus gros cristaux.

» *Action de la méthylaniline sur le chlorhydrate d'aniline.* — Nous avons préparé ce corps, qui est une monamine tertiaire, comme les précédents, en chauffant en vase clos, pendant trente-six heures, à 280 degrés, du chlorhydrate d'aniline avec de la méthylaniline.

» Les modes de formation et de purification sont analogues aux précédents.

» La méthyldiphénylamine est liquide à la température ordinaire; elle distille à 270 degrés sous une pression de 528 millimètres de mercure.

» Chauffée avec le sesquichlorure de carbone, elle donne naissance à une magnifique matière colorante bleue-violacée.

» Ce travail, que nous continuons dans les séries isologues et homologues, a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

ZOOLOGIE. — *Observation sur la phosphorescence des œufs du lampyre commun.* Note de **M. Jousset**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Le 16 juillet dernier, par un temps très-chaud, je ramassai, dans le parc du château de Monjay, deux vers luisants qui brillaient d'un vif éclat. On sait que le lampyre femelle seul jouit de la propriété d'être phosphorescent. Ces deux femelles étaient accouplées, et escortées d'un mâle supplémentaire. Je les rapportai à Paris, enfermées dans un tube de verre : elles pondirent le lendemain environ soixante œufs du volume d'une tête d'épingle, c'est-à-dire très-gros relativement à la taille de l'insecte.

» La coque de ces œufs est tellement mince qu'on ne peut y toucher sans la briser. Le micropyle est très-apparent et leur couleur est jaunâtre.

» Mais, ce qui est très-digne de remarque, et qui à ma connaissance n'a pas encore été signalé, c'est que ces œufs sont doués d'une vive phosphorescence. Non-seulement ils sont phosphorescents après la ponte, mais ils restent phosphorescents. Ceux que j'ai recueillis de la sorte ont présenté

ce phénomène sans aucune diminution d'intensité jusqu'au 23 juillet, c'est-à-dire pendant l'espace de sept jours.

« Je n'ai pu prolonger l'observation au delà; car, ayant laissé ouvert, par mégarde, le tube qui les contenait, je les trouvai desséchés. Il faut croire que le lampyre a l'instinct de les pondre dans des endroits fort humides.

» Si l'on écrase dans l'obscurité un de ces œufs, on remarque que le liquide qui s'étale sur le verre est phosphorescent et reste lumineux jusqu'à ce qu'il soit complétement desséché.

» Il m'a semblé utile de faire connaître ce fait, qui ne paraît pas favorable à l'hypothèse d'après laquelle la phosphorescence serait simplement un phénomène électrique. »

M. **Saint-Edme** adresse quelques observations au sujet du Mémoire de M. *Houzeau*, sur l'ozone, qui a été présenté à l'Académie le 13 juin 1870, et inséré ensuite *in extenso* dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

M. Saint-Edme fait remarquer que, dans les expériences publiées par lui en collaboration avec M. *L'Hote* (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 620), le but principal était d'établir que « l'étincelle directe donne naissance dans l'air à des composés nitreux, tandis que l'étincelle de condensation n'engendre que de l'ozone »; c'est ainsi que le condensateur de Beads ne produit pas de composés nitreux. Le chiffre de 21 milligrammes d'ozone pour 10 litres d'oxygène, avec le condensateur de Beads et une étincelle de 23 centimètres, n'a nullement été donné, par MM. Saint-Edme et L'Hote, comme le maximum qu'il leur eût été possible d'atteindre : ils se proposent de continuer leurs expériences, en cherchant quelle est l'influence de la puissance de la décharge sur la proportion d'ozone produite.

M. **Cavaye** adresse, de Castres, une Lettre relative à un bolide.

Cette Lettre est renvoyée à l'examen de M. Le Verrier.

M. P. **Guyot** adresse une Note sur la coloration du ciel à Nancy, en août 1871.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

La séance est levée à 5 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 septembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme; par M. AD. QUETELET. Bruxelles, 1870; 1 vol. gr. in-8°.

Détermination de la déclinaison et de l'inclinaison magnétique à Bruxelles en 1870, *et occultation de Saturne par la Lune le* 19 *avril* 1870; Notes de M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Sir John-F.-W. Herschel, Associé de l'Académie royale de Belgique; Notice par M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Développement de la taille humaine, extension remarquable de cette loi; Notice par M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Sur l'anthropométrie ou sur la mesure des différentes facultés de l'homme; par M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

(Ces quatre derniers opuscules sont extraits des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois, et de la végétation spéciale qui les caractérise; par M. CH. MARTINS. Montpellier, 1871; in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*)

Association scientifique de France, Bulletin hebdomadaire (*supplément*), feuilles 1 à 11. Paris, 1871; in-8°.

La France et l'étranger. Études de statistique comparée; par M. A. LEGOYT; t. II. Paris, 1871; gr. in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix de Statistique.)

Études pratiques sur la vitalité des jeunes Éponges et leur croissance; par M. AD. SICARD. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Acclimatation.*)

Études pratiques sur la revivification des Madrépores et des Éponges; par M. AD. SICARD. Marseille, 1871; br. in-8°.

Préservatifs et remèdes contre le choléra, à la portée de tout le monde; par M. POGGIOLI. Paris, 1866; br. in-8°.

Sur la valeur toxique de quelques produits du groupe phénique; par M. P. GUYOT. Nancy, 1870; br. in-8°.

Sur le protobromure de soufre; par M. P. GUYOT. Nancy, sans date; br. in-8°.

Sur les tremblements de terre et les éruptions volcaniques dans l'archipel hawaien, en 1868; *par* M. AL. PERREY. Paris, 1870; grand in-8°.

L'électricité appliquée aux arts mécaniques, à la marine, au théâtre; par M. E. SAINT-EDME. Paris, 1871; in-8°.

Découverte de la véritable cause des flux et reflux des mers, etc.; par M. A. DERYAUX. Paris, 1871; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie;* nos 1 à 4, janvier à décembre 1869. Philadelphie, 1869; 4 liv. in-8°.

A synopsis... *Synopsis de la famille des Unionides; par* M. ISAAC LEA; 4e édition. Philadelphie, 1870; in-4°, cartonné.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique américaine de Philadelphie,* t. XI, 1870, nos 84-85. Philadelphie, 1870; 2 liv. in-8°.

Transactions... *Mémoires de la Société philosophique américaine de Philadelphie,* t. XIV, 1re partie. Philadelphie, 1870; in-4°, avec planches.

The american... *Le Naturaliste américain,* publié par l'Académie des Sciences Peabody : t. IV, nos 3 à 12; t. V, no 1. Salem. 1870-1871; 11 liv. in-8°.

Second... *Second et troisième Rapports annuels des Curateurs de l'Académie des Sciences Peabody,* pour les années 1869 et 1870. Salem, 1871; in-8°.

Record... *Annuaire de l'entomologie américaine, pour l'année* 1869; *publié par* M. A.-S. PACKARD. Salem, 1870; br. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux et communications de l'Institut d'Essex;* t. VI, 2e partie, 1868-1871. Salem, 1871; in-8°.

Bulletin... *Bulletin de l'Institut d'Essex,* nos 1 à 12, janvier à décembre 1870. Salem, 1870; in-8°.

Natural... *Histoire naturelle de New-York : Paléontologie,* t. IV, 1re partie, 1862-1866. Albany, 1867; in-4°, relié.

Analytical... *Alphabet analytique pour les langues du Mexique et de l'Amérique centrale; par* M. C.-H. BERENDT. New-York, 1869; br. in-8°.

The... *OEuvres complètes du Comte de Rumford, publiées par l'Académie américaine des Arts et des Sciences*, t. I. Boston, 1870; in-8°, relié.

Historical... *Notes historiques sur les tremblements de terre de la Nouvelle-Angleterre*, 1638-1869; *par* M. W.-T. BRIGHAM. Boston, 1871; in-4°.

Transactions... *Mémoires de l'Académie des Arts et des Sciences du Connecticut*, t. I, 2e partie; t. II, 1re partie. New-Haven, 1867 à 1871; 2 vol. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Association américaine pour l'avancement de la science* : 18e *session tenue à Salem en août* 1869. Cambridge, 1870; in-8°.

First... *Premier Rapport annuel du Cadastre géologique d'Indiana; par* M. E.-T. COX. Indianapolis, 1869; in-8°, relié.

Fourth... *Quatrième Rapport du Commissaire des pêches de l'État du Maine pour l'année* 1870. Augusta, 1870; br. in-8°.

The... *Les puissances hydrauliques de l'État du Maine; par* M. WALTER-WELLS. Augusta, 1869; in-8°, relié.

Observations... *Observations sur les dépôts métalliques et sur les températures souterraines; par* M. W.-J. HENWOOD. Penzance, 1871; 2 vol. in-8°.

The... *Éphémérides américaines et almanach nautique pour l'année* 1873. Washington, 1870; in-8°.

Congressional... *Biographie des membres du* 41e *congrès des États-Unis d'Amérique; par* M. PERLEY-POORE; 2e édit. Washington, 1871; br. in-8°.

Preliminary... *Rapport préliminaire du Cadastre géologique des États-Unis pour Wyoming; par* M. F.-V. HAYDEN. Washington, 1871; in-8°, relié.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 28 août 1871.)

Page 522, ligne 8, *au lieu de* à la loi, *lisez* la loi.

Page 525, ligne 9, *au lieu de* égales, *lisez* égale.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Aout. 1871.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air (2) à 13m,7.	à 33m,0.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol (2) à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	759,8	10,4	22,6	16,5	9,4	24,0	16,7	17,2	17,1	17,47	17,56	18,00	12,8	10,46	71	»	5,5
2	756,7	11,6	24,4	18,0	9,8	25,3	17,5	19,7	19,5	18,75	18,17	18,15	14,5	10,17	59	»	2,5
3	750,7	15,5	22,9	19,2	14,3	23,9	19,1	17,2	17,1	18,42	18,35	18,58	3,2	12,85	82	»	5,5
4	751,9	14,3	19,6	16,9	12,9	21,6	17,2	»	»	17,97	18,10	18,38	7,3	10,58	75	»	11,0
5	761,2	11,7	20,1	15,9	10,4	22,5	16,4	»	»	17,71	17,83	18,17	14,0	9,41	69	»	9,5
6	763,7	12,1	22,5	17,3	10,4	24,4	17,4	18,9	19,3	18,24	18,12	18,23	7,5	12,69	77	»	5,5
7	760,1	14,1	25,0	19,5	12,6	27,0	19,8	»	»	19,63	19,04	18,62	14,0	12,67	67	»	3,0
8	757,2	16,3	26,4	21,3	14,7	27,6	21,1	22,0	22,0	20,60	20,00	19,38	12,4	12,92	65	»	2,0
9	758,0	15,7	26,3	21,0	15,2	27,3	21,2	23,1	22,4	21,01	20,25	19,87	15,4	12,13	59	»	2,0
10	759,0	17,3	27,0	22,1	15,1	28,0	21,5	23,2	22,7	20,98	20,51	19,93	14,1	11,72	57	»	2,5
11	758,3	17,2	27,3	22,2	15,4	29,2	22,3	23,9	23,7	21,42	20,85	20,37	15,1	13,48	63	»	2,5
12	756,9	19,1	29,6	24,3	17,6	31,0	24,3	25,6	25,3	22,57	21,81	20,86	12,5	14,58	62	»	2,0
13	753,6	20,2	30,0	25,1	18,1	32,1	25,1	25,3	25,1	22,90	22,29	21,32	9,8	16,59	68	»	2,5
14	752,3	19,8	29,9	24,8	18,3	30,9	24,6	23,0	22,8	22,62	21,77	21,38	5,2	15,05	70	»	0,0
15	753,9	17,3	23,9	20,6	15,8	26,1	20,9	19,8	19,7	20,88	20,85	20,88	10,1	14,33	79	»	2,5
16	754,3	16,9	26,4	21,6	15,5?	28,3	21,9	20,1	20,1	21,37	21,07	20,76	8,3	15,28	83	»	5,0
17	753,5	16,8	25,0	20,9	15,9	27,2	21,5	20,0	19,6	21,76	21,43	20,94	11,3	15,00	80	»	7,0
18	746,7	16,5	23,7	20,1	15,8	25,1	20,4	18,9	18,7	20,58	20,63	20,81	11,8	12,25	71	»	5,0
19	755,9	16,0	22,2	19,1	15,3	24,9	20,1	17,3	16,9	19,60	19,83	20,24	10,0	10,81	68	»	3,5
20	761,2	12,7	25,1	18,9	11,3?	26,9	19,1	19,5	19,1	19,60	19,59	19,87	15,0	11,92	69	»	5,0
21	759,6	15,4	25,1	20,2	13,8	27,5	20,6	21,9	21,9	20,99	20,56	20,23	9,3	14,92	73	»	3,5
22	757,9	18,6	27,4	23,0	17,4	29,7	23,5	21,5	21,8	21,40	21,22	20,72	11,4	15,15	77	»	4,5
23	757,0	18,1	23,7	20,9	17,2	26,0	21,6	20,5	20,4	21,20	21,16	20,91	11,4	12,70	71	»	2,5
24	756,5	17,4	25,8	21,6	16,8	27,6	22,2	21,6	21,5	21,54	21,17	20,95	13,1	13,69	69	»	3,5
25	756,6	16,5	25,0	20,7	15,4	26,9?	21,1	20,7	20,4	21,19	20,96	20,90	10,3	13,54	71	»	8,5
26	761,9	14,3	21,2	17,7	12,8	24,0	18,4	16,8	16,5	19,45	19,84	20,53	13,0	9,87	67	»	5,5
27	767,5	11,5	20,4	15,9	10,1	22,6	16,3	17,1	17,0	18,23	18,53	19,74	13,6	8,58	59	»	2,5
28	766,2	11,3	20,5	15,9	10,4	22,8	16,6	16,8	16,1	18,25	18,34	19,34	15,4	8,85	60	»	6,0
29	759,2	11,7	23,7	17,7	10,7	26,4	18,5	18,9	18,6	18,94	19,02	19,32	15,2	9,89	61	»	4,5
30	757,5	14,2	26,1	20,1	10,8	28,4	19,6	21,5	21,3	20,91	19,78	19,58	13,7	13,87	69	»	5,0
31	758,9	18,4	27,4	22,9	16,9	29,8	23,3	23,0	22,8	22,27	21,31	20,42	7,4	14,12	67	»	2,0
Moy	757,5	15,45	24,72	20,06	14,07	26,61	20,32	20,54	20,34	20,27	20,00	19,92	11,55	12,58	6,90	»	4,3

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.
(2) Moyenne des températures à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Aout. 1871.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	PLUIE. Terrasse (1).	Cour.	ÉVAPORATION.	VENTS. Direction et force.	Nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
1	17°.39′,6	65°.42′,9	4,7038	»	»	6,8	ENE faible.	O	0,4	»
2	38,1	44,5	4,6885	»	»	2,0	ENE faible.	SSE	0,6	»
3	35,5	45,4	4,6715	0,9	0,8	»	OSO faible.	»	0,9	Orage; pluie torrentielle.
4	37,5	44,3	4,5770	22,7	21,0	»	OSO faible.	O	0,8	»
5	35,2	44,3	4,6632	2,1	2,0	»	ONO faible.	NO	0,2	»
6	39,9	46,2	4,6451	»	»	3,4	OSO faible.	»	0,7	»
7	37,5	45,0	4,6564	»	»	1,5	NNE faible.	SE	0,1	»
8	36,3	43,6	4,6641	»	»	1,7	NNE faible.	NE	0,2	»
9	39,9	43,9	4,6717	»	»	1,7	N faible.	NNE	0,1	»
10	36,1	43,3	4,6740	»	»	2,0	NNE modéré.	NE	0,1	»
11	34,9	43,4	4,6879	»	»	3,3	NNE tr.-faible.	»	0,0	»
12	35,8	44,3	4,6265	»	»	2,8	NE faible.	E	0,2	»
13	35,0	43,4	4,6289	»	»	5,2	NE faible.	SE	0,3	»
14	35,9	43,5	4,6393	»	»	3,7	NNO faible.	SSE	0,6	Orages.
15	34,5	44,3	4,6358	4,8	4,6	»	SO faible	SSE	0,7	Orage.
16	36,4	43,4	4,6383	6,1	6,5	»	O faible.	OSO	0,5	»
17	39,2	43,1	4,6661	10,1	8,3	»	O faible.	SSO	0,7	Orage.
18	38,9	44,9	4,6261	0,3	0,3	»	SO très-fort.	SSO	0,7	»
19	39,9	45,3	4,6254	»	»	5,1	ONO modéré.	OSO	0,6	»
20	36,5	46,1	4,6372	»	»	4,0	SO faible.	SO	0,3	»
21	36,6	45,0	4,6348	»	»	4,0	O faible.	OSO	0,6	»
22	39,1	45,4	4,6421	»	»	2,9	ONO faible.	OSO	0,6	Le soir, éclairs au NO et au SE.
23	39,1	44,6	4,6355	»	»	2,0	O faible.	O	0,6	»
24	38,4	44,7	4,6296	»	»	2,8	O faible.	OSO	0,3	»
25	39,8	47,9	4,6318	»	»	1,9	O faible.	O	0,7	»
26	33,4	47,3	4,6369	»	»	2,3	NO faible.	O	0,3	»
27	36,4	46,3	4,6383	»	»	2,8	N modéré.	NNE	0,3	»
28	34,3	44,4	4,6351	»	»	3,3	NE faible.	»	0,0	»
29	36,5	45,0	4,6349	»	»	3,1	ENE faible.	»	0,0	»
30	37,9	42,3	4,6340	»	»	3,6	O faible.	SO	0,5	»
31	36,6	43,7	4,6541	»	»	3,3	OSO tr.-faible.	OSO	0,7	»
Moy.	17.37,1	65.44,6	4,6463	47,0	43,5	»			0,43	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — AOUT 1871.

Résumé des observations trihoraires.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy. (1)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	757,85	757,91	757,54	756,95	756,86	757,38	757,42	757,56
Pression de l'air sec	745,65	744,81	744,29	741,44	744,73	745,32	745,49	744,98
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (salle méridienne)	18,04	20,67	23,22	23,71	22,55	20,09	18,07	20,91
Thermomètre à mercure (jardin), t	17,61	21,32	24,16	24,43	22,04	19,16	17,00	20,41
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	17,32	20,96	23,88	24,20	21,86	18,97	16,81	20,15
Thermomètre électrique (13m,7)	17,76	20,45	23,38	24,32	22,99	19,84	17,58	20,31
» (33m,0)	17,45	20,23	23,19	23,96	22,62	19,64	17,42	20,12
Thermomètre noir dans le vide, T	23,66	35,99	41,22	37,86	23,40	18,42	16,15	27,94
Excès (T — t)	6,05	14,67	17,06	13,43	1,36	—0,74	—0,85	7,53
Thermomètre de Leslie (du 5 au 31)	4,03	6,77	7,77	5,43	0,83	"	"	"
Température du sol à 0m,02	18,50	19,82	22,05	22,31	20,95	20,02	19,21	20,27
» 0m,10	18,98	19,24	20,22	21,09	20,92	20,52	20,04	20,00
» 0m,30	19,83	19,80	19,74	19,76	19,92	20,05	20,11	19,92
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Tension de la vapeur	12,20	13,10	13,25	12,51	12,13	12,06	11,93	12,58
État hygrométrique	78,3	67,7	57,8	54,2	60,0	71,0	80,0	69,1
Inclinaison magnétique 65° +	43′,65	44′,53	42′,41	42′,15	41′,41	41′,90	42′,45	42′,82
Déclinaison magnétique 17° +	36,04	39,61	49,52	47,83	41,89	40,93	41,22	42,82
Intensité horizontale	1,9696	1,9647	1,9755	1,9815	1,9824	1,9796	1,9747	1,9736
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pluie (udomètre du jardin)	5,0	0,9	2,5	22,3	5,4	0,0	6,7	42,8

La période la plus pluvieuse du jour, comprise entre 3 heures et 6 heures du soir en juillet dernier, est comprise dans ce mois-ci entre entre midi et 3 heures du soir. Le minimum également en avance d'environ trois heures, tombe entre 6 heures et 9 heures du soir.

La moyenne déduite des maxima et minima observés aux anciens thermomètres est de 20°,06, c'est-à-dire de 1°,62 plus élevé que dans un mois d'août moyen. La moyenne température d'août est du reste assez variable, suivant la manière dont on la calcule. Nous trouvons en effet :

		°
Moyenne des maxima et minima des thermomètres de la salle méridienne		20,06
Moyenne des observations de 9 heures matin, midi, 9 heures soir, minuit,	des thermomètres du jardin	20,32
	du thermomètre de la salle méridienne	20,91
	du thermomètre à mercure (jardin)	20,41
	du thermomètre à alcool incolore (jardin)	20,15
	du thermomètre électrique à 13m,7	20,31
	» 33m,0	20,12

Le thermomètre dans le vide a acccusé en août un excès moyen de 17°,06 à midi. Cet excès n'avait été que de 13°,98 à la même heure en juillet. La différence est moins prononcée si nous comparons les moyennes des observations faites à 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir. Ces moyennes sont, en effet, de 11°,63 en août et de 10°,87 en juillet. En partant des observations faites à 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, nous trouvons 7°,53 en août et 6°,29 en juillet.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie à vouloir bien désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la prochaine séance trimestrielle, fixée au mercredi 4 octobre prochain, et dans la séance publique annuelle de l'Institut, fixée au mercredi 25 octobre.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation d'un décret du Président de la République française, qui approuve l'élection de M. *Belgrand*, faite par l'Académie dans la séance du 28 août, pour remplir la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. *Aug. Duméril.*

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Belgrand** prend place parmi ses confrères.

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Sur la découverte de la variation lunaire; par* **M. Chasles** (1).

« I. Lorsque M. Am. Sédillot a fait connaître le passage du traité d'astronomie d'Aboul-Wefâ, dans lequel il trouvait la découverte de la variation

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

lunaire sous le titre de *troisième inégalité*, inégalité nulle dans les syzygies et les quadratures, et atteignant un maximum de 45 minutes environ dans les *octants*, positions que l'auteur arabe désignait par les mots *trine* et *sextile* dont se servait aussi Tycho Brahé, l'identité qui existait entre cette inégalité et la découverte de Tycho suscita aussitôt une objection, à savoir : qu'il devait y avoir eu interpolation dans le manuscrit. Mais il fut reconnu, d'après l'origine et l'état du manuscrit, qu'il remontait à une époque très-antérieure au célèbre astronome européen. Cependant, près de six ans après, en 1843, un orientaliste distingué, attaché au département des manuscrits orientaux de la Bibliothèque nationale, M. Munck, annonça à l'Académie (1) que le passage cité d'Aboul-Wefâ n'exprimait point autre chose que la rectification des deux premières inégalités de la Lune introduite par Ptolémée dans le chapitre V de son cinquième Livre, sous le nom de *prosneuse*. Il se fondait sur ce que les expressions *sextiles* (*al-tesdìsât*) et *trines* (*al-tethlìthât*) ne signifient point les *octants*, mais bien des élongations au Soleil de $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{3}$ de la circonférence, c'est-à-dire de 60 et 120 degrés. Il est vrai que telle est leur signification dans les traités d'astrologie, dans lesquels les astrologues fondent leur pronostics sur les cinq aspects des planètes, qui sont la *conjonction*, l'*opposition*, les *quadratures*, les *trines* et les *sextiles*. Quelques jours après (2), M. Munck invoqua, à l'appui de son opinion, l'abrégé de l'*Almageste* de Ptolémée, par Geber, dans lequel se trouvaient les mêmes expressions *trine* et *sextile* pour représenter, disait-il, les distances au Soleil de 120 et 60 degrés. Nous dirons plus loin quelle était l'erreur de M. Munck à cet égard.

» M. Biot, alors, embrassa la thèse de M. Munck, et traita amplement la question dans plusieurs articles du *Journal des Savants* (3), de 1843, puis de nouveau en 1845 (4). Sa conclusion fut :

» 1° Que les expressions *trine* et *sextile* ne pouvaient s'entendre des octants dans l'ouvrage d'Aboul-Wefâ, mais seulement des aspects de 120 et 60 degrés, comme dans les traités d'astrologie;

» 2° Qu'Aboul-Wefâ n'avait rien ajouté à la théorie de Ptolémée, et que, n'ayant qu'une compréhension imparfaite du sujet, il avait fixé à 45 minutes la valeur *maximum* de l'inégalité, prenant pour telle la valeur particulière qu'elle atteint (46 minutes) dans une des deux observations d'Hip-

(1) *Comptes rendus*, t. XVI, 1843, p. 1444.
(2) *Comptes rendus*, t. XVII, 1843, p. 76-80.
(3) *Voir* les Cahiers de septembre, octobre, novembre et décembre 1843.
(4) *Voir* le Cahier de mars 1845.

parque dont s'est servi Ptolemée, bien que cet écart s'élève à 1°26′ dans la seconde observation qu'Aboul-Wefâ avait négligée.

» Dans son second travail, M. Biot a donné très-utilement la traduction des chapitres d'Aboul-Wefâ sur les inégalités lunaires, et a reproduit les mêmes conclusions à l'égard de l'auteur, ne se bornant plus alors à le regarder comme un plagiaire inintelligent, mais comme un imposteur qui avait invoqué des observations mensongères.

» II. Il y a donc ici deux questions à éclaircir :

» Premièrement, les expressions *trine* et *sextile* employées par les astrologues, pour désigner deux des cinq aspects de la Lune par rapport au Soleil, sur lesquels étaient basés leurs horoscopes, savoir : la conjonction, l'opposition, les quadratures et les élongations au Soleil de 120 et 60 degrés ; ces expressions, dis-je, ont-elles été aussi employées dans les traités d'astronomie proprement dite?

» Secondement, Aboul-Wefâ, reconnu dans son temps, au xe siècle, et depuis comme un des astronomes arabes les plus célèbres, n'était-il qu'un ignorant, au point de prendre 45 minutes comme maximum, en présence des deux écarts, l'un de 46 minutes et l'autre de 1°26′, qui étaient la base de la théorie même de Ptolémée qu'il reproduisait?

» Ce sont là les deux points principaux du débat sur lesquels il est nécessaire de s'expliquer.

» *Première question.* — M. Munck, ai-je dit, en annonçant que les expressions *trine* et *sextile*, dans le traité d'Aboul-Wefâ, s'entendaient des distances au Soleil de 120 et 60 degrés, a cité l'abrégé de l'*Almageste* de l'auteur arabe Geber, d'après une traduction en hébreu existant à la Bibliothèque nationale. Or ce traité a aussi été traduit en latin, au xiie siècle, par le célèbre Gérard de Crémone. Il existe en manuscrit à la Bibliothèque de l'Arsenal (1), et, en outre, il a été imprimé en 1534 (2). J'y ai trouvé ces expressions *in sextilitate solis et in ejus triplicitate*, que M. Munck rend par *sextile* et *trine;* elles sont reproduites plusieurs fois, mais elles s'entendent des octants, ce qui ne peut faire aucun doute, parce que, dans un passage qu'on lit un peu au delà de ceux qu'a cités M. Munck (3), l'expression *trine* s'applique à la première observation d'Hipparque citée par Ptolémée,

---

(1) Ms. n° 96, in-fol. *Voir* p. 29.

(2) *Instrumentum primi mobilis, a Pietro Apiano nunc primum et inventum et in lucem editum. — Accedunt iis Gebri filii Affla hispalensis astronomi vetustissimi pariter et peritissimi, libri IX de Astronomia, ante aliquot secula Arabice scripti, et per Giriardum Cremonensem latinitate donati, nunc vero omnium primum in lucem editi. Anno M.D.XXXIII.* In-fol.

(3) F° 57, lig. 35.

et dans laquelle l'élongation moyenne de la Lune au Soleil est de 315°32', ce qui est un octant.

» Cette signification des expressions *trine* et *sextile*, dans les traités d'astronomie, ne s'est point interrompue; nous la trouvons dans l'abrégé de l'*Almageste* de Ptolémée laissé par Purbach et son disciple Regiomontanus, ouvrage imprimé en 1496, sous le titre : *Epytoma Joannis de Monteregio in Almagestum Ptolemei,* in-f°, Venetiis, 1496 (1), puis à Bâle, en 1543 (2). Je pourrais citer d'autres ouvrages, mais je passe à Tycho Brahé lui-même; car, dès que l'objection a été faite à M. Sédillot, il a répondu que ces expressions *trine* et *sextile* étaient celles qu'a employées Tycho Brahé, en exposant sa découverte de la variation et de son maximum de 40 $\frac{1}{2}$ minutes dans les élongations au Soleil de 45, 135, 225 degrés, etc, c'est-à-dire dans les octants. Ce sont aussi les expressions reproduites par Longomontanus, le disciple du grand astronome, dans l'exposition de la découverte trouvée dans les papiers de son maître (3). Et, néanmoins, à cette éqoque où l'on pratiquait encore beaucoup l'astrologie, les expressions *trine* et *sextile* continuaient de se trouver non-seulement dans les traités d'astrologie, mais aussi dans les éphémérides, où l'on donnait, pour l'usage des astrologues, les cinq aspects des planètes.

» Il est donc parfaitement certain que les expressions *trine* et *sextile* avaient une double signification, celle d'aspects de 120 et 60 degrés dans les traités d'astrologie, et celle des octants dans les ouvrages d'astronomie proprement dite. Mais revenons à Tycho Brahé, car on doit à M. Sédillot une remarque sur un point historique important. On sait que Tycho a gardé le silence sur sa découverte, qui a été trouvée dans ses papiers, et publiée dix ans après sa mort (4). Mais, bien plus, Tycho donne à cette découverte l'épithète de *redintegrata*, qui semble indiquer le rappel d'une chose déjà dite. Aurait-il connu l'ouvrage d'Aboul-Wefâ? On peut poser cette question; car, on le sait, les astronomes, à la Renaissance, étaient tous familiarisés avec les auteurs arabes, qui leur fournissaient, surtout dans la théorie de la Lune, des éléments et des observations précieuses,

---

(1) Un second titre nomme Purbach : *Cl. Ptolemei alexandrini Astronomorum principis, in Magnam Constructionem Georgii Purbachii, ejusque discipuli Johannis de Regiomonte Astronomicon Epitoma.*

(2) *Johannis de Monteregio et Georgii Purbachii epitome in Cl. Ptolemæi magnam compositionem.....* In-4°.

(3) *Astronomiæ danicæ Appendix de assecititiis coeli phænomenis, nempe stellis novis et cometis. Auctore Ch. S. F. Longomontano.* Amst., 1622; in-4°. *Voir* p. 114.

(4) *Tychonis Brahe Astronomiæ instauratæ Progymnasmata.* Francf , in-4°, 1610.

dont, au commencement de ce siècle encore, Laplace et Delambre ont tiré un parti utile dans leurs propres travaux. Aboul-Wefâ, comme astronome, calculateur et observateur, avait une grande renommée. Tycho a donc dû au moins rechercher des traces de ses travaux. Les expressions *trine* et *sextile* qu'il emploie comme lui, le silence qu'il garde sur sa propre découverte, l'épithète de *redintegrata* qu'il lui donne, n'autorisent peut-être pas encore à prononcer qu'il a profité du travail d'Aboul-Wefâ, mais elles ajoutent à l'estime qu'inspire l'astronome arabe.

» III. *Deuxième question.* — Aboul-Wefâ a-t-il mérité la grande renommée que lui attribuent les historiens de la science et divers documents épars? Existe-t-il des preuves d'un mérite incontestable, qui mettent à néant les assertions d'ignorance grossière qu'ont paru autoriser les fragments de son traité d'astronomie sur lesquels on a disserté? Eh bien! oui, ces preuves d'un mérite incontestable existent et dans la partie même de l'ouvrage qui nous est parvenue à peu près complète, et surtout dans l'analyse d'un autre ouvrage, également complet, due au très-savant et exact M. Wœpcke, dont le jugement favorable à Aboul-Wefâ proteste implicitement contre celui que nous combattons ici.

» Le traité d'astronomie d'Aboul-Wefâ est en trois livres, dont le premier contient *les choses qui doivent précéder l'exposition des mouvements des planètes.* Ces choses sont principalement des principes et des procédés de calcul de trigonométrie sphérique. M. Delambre, qui a connu ce premier livre, traduit par M. Sédillot le père, et en a donné une analyse dans son *Histoire de l'Astronomie au moyen âge* (p. 156-170), dit qu'on y trouve « des choses » intéressantes qu'on n'avait pas encore dites, du moins aussi complétement et aussi clairement ». Il cite une mesure des hauteurs solstitiales d'une grande précision, diverses questions et méthodes trigonométriques où se trouvent des innovations heureuses, telles que non-seulement l'usage des tangentes, dont Albategni avait connu l'expression $\frac{\text{sinus}}{\text{cosinus}}$, sans en sentir l'importance, mais aussi les cotangentes, ainsi que des applications numériques de ces expressions, d'une exactitude qu'on n'a trouvée que longtemps après chez d'autres auteurs. Aboul-Wefâ avait calculé une table des tangentes, formée de quatre colonnes, sur laquelle M. Delambre donne des détails : « On n'a point cette table, ajoute-t-il; mais ce qui nous importait, » était d'avoir la date certaine de leur introduction dans le calcul trigonométrique. » Aboul-Wefâ a donné aussi les formules des sécantes et cosécantes « dont personne encore n'avait parlé ». Ailleurs, M. Delambre dit : « Aboul-Wefâ était un observateur soigneux, un calculateur intelli-

» gent ». Et M. Biot avait dit lui-même, en 1841 : « Il serait fort naturel » qu'Aboul-Wefâ, qui paraît avoir été un calculateur très-habile et très- » versé dans les théories astronomiques, eût entrepris, comme eux, cette » comparaison générale (1) ».

» Sans rapporter ici les témoignages épars d'après lesquels M. Delambre et M. Biot avaient pu s'exprimer ainsi, je passe à l'étude d'un ouvrage d'Aboul-Wefâ dont on n'avait point encore parlé.

» IV. M. Wœpcke, élève distingué de notre regretté Correspondant M. Plücker, à l'université de Bonn, a montré aussitôt une disposition prononcée pour l'étude historique des sciences mathématiques chez les Orientaux. Il est venu se fixer à Paris, apportant déjà sa traduction de l'Algèbre d'Omar Alkhayyami sur la construction géométrique des équations du troisième degré, ouvrage que M. Am. Sédillot avait fait connaître, quelques années auparavant, d'après un manuscrit incomplet de la Bibliothèque nationale, et dont M. Wœpcke avait trouvé un manuscrit complet dans la Bibliothèque de Leyde. M. Wœpcke s'est adonné avec ardeur à la recherche et à l'étude des ouvrages mathématiques des Arabes. Il a fait à ce sujet plusieurs Communications à l'Académie, notamment d'un Mémoire fort important qui, sous le titre d'*Essai d'une restitution des travaux perdus d'Apollonius sur les quantités irrationnelles*, a aussi beaucoup de rapports avec le dixième livre d'Euclide, dont on n'avait peut-être jamais bien compris le sujet et la liaison avec d'autres parties de l'œuvre du célèbre auteur des *Éléments de Géométrie*. Ce travail a donné lieu à un Rapport étendu (2) et à son insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. M. Wœpcke était très en mesure de traiter la question de la variation; il n'avait aucune relation avec M. Sédillot; il était donc parfaitement libre à son égard; cependant il s'en est toujours abstenu. Mais, communiquant à la Société asiatique ses *Recherches sur l'histoire des sciences mathématiques chez les Orientaux, d'après des traités inédits arabes et persans*, il donna entre autres un article intitulé : *Analyse et extrait d'un Recueil de constructions géométriques, par Aboul-Wefâ*, d'après un manuscrit persan, n° 169, de la Bibliothèque nationale. J'extrais textuellement de ce travail fort étendu (3) quelques passages pris çà et là :

« Le texte qui a servi de base à ce Recueil, écrit en persan, ne pouvait pas avoir été écrit par Aboul-Wefâ lui-même; mais il contenait des leçons du célèbre géomètre de Bagdad, recueillies par un de ses disciples [p. 218 (4)].

(1) *Journal des Savants*, 1841, p. 676.

(2) *Comptes rendus*, t. XXXVII, 1853; p. 553-568.

(3) Voir *Journal Asiatique*, 5e série, t. V, p. 218-256 et 309-359.

(4) C'est ainsi que la *Méthode des Tangentes* de Roberval était une rédaction de ses le-

» Ce but, Aboul-Wefâ l'a atteint d'une manière qui le montre digne de la célébrité dont il jouissait parmi les géomètres de son temps (p. 231).

» L'habileté avec laquelle il entrevoit le nœud de cette question géométrique dans une propriété du nombre donné..., toute cette discussion, dis-je, révèle le traducteur et commentateur intelligent de Diophante, et le savant géomètre dont le coup d'œil exercé était habitué à dominer les questions qu'il abordait.

» Lorsque des fragments ou des traces du savoir indien tombaient entre les mains d'un géomètre tel qu'Aboul-Wefâ, celui-ci devait facilement en reconnaître la valeur et la portée et leur accorder, dans sa théorie du problème auquel ils se rapportaient, la place qui leur était due (p. 237).

» De la construction des polyèdres (p. 238).

» Pour faire ressortir ce que les constructions d'Aboul-Wefâ offrent d'original, il sera convenable d'analyser préalablement les procédés d'Euclide et de Pappus.

» Dans la construction des polyèdres, Aboul-Wefâ suit une marche différente de celle d'Euclide et de Pappus; il ne s'occupe point du polyèdre lui-même, mais seulement de la position de ses sommets sur la sphère à laquelle il est inscrit. De sorte qu'Aboul-Wefâ se propose simplement de diviser la surface de la sphère en un nombre donné de polygones sphériques réguliers et égaux.

» Ce problème est résolu par Aboul-Wefâ avec une simplicité et une élégance très-remarquables (p. 240).

» Ce qui mérite d'être signalé dans ces constructions, c'est la remarque faite par Aboul-Wefâ, et qui ne se trouve ni chez Euclide, ni chez Pappus (p. 241).

» De la vie et des écrits d'Aboul-Wefâ (p. 243).

(Un article sur Aboul-Wefâ est compris dans le troisième volume de la traduction anglaise d'Ibn Khallikan que publie M. de Slane, p. 328, 329.)

» Aboul-Wefâ était, sans contredit, un des astronomes et géomètres les plus célèbres de son temps. Ce qui le prouve le mieux, c'est que cette célébrité est également confirmée par le jugement des contemporains et par celui de la postérité. Aboul Faradj Ibn Alnadim, qui termina le *Qitâb Alfihrist*, dix ans avant la mort d'Aboul-Wefâ, lui a consacré un des articles les plus étendus qui soient contenus dans le chapitre de cet ouvrage, relatif aux astronomes et aux géomètres. Cet Ibn Khallikan, qui est postérieur à Aboul-Wefâ d'environ trois siècles, et dont l'ouvrage traite des hommes illustres en général, et non pas seulement des savants, lui a réservé une place parmi les quelques géomètres dont il donne les biographies : il l'appelle « le calculateur célèbre, un des coryphées illustres de la science de la Géométrie, qui » fit dans cette science des découvertes admirables auxquelles on n'était pas parvenu avant » lui » (p. 245).

» Ibn Khallikan ajoute que le cheïkh Qamâl Eddin Aboul Fath Mouça Ben Yoûnis (géomètre contemporain d'Ibn Khallikan, et qu'il ne faut pas confondre avec le célèbre astronome Ibn Yoûnis, contemporain d'Aboul-Wefâ) faisait le plus grand éloge des ouvrages d'Aboul-Wefâ, etc. (p. 245). »

çons, faite par un de ses élèves. *Voir* le volume publié en 1693, in-folio, sous le titre : *Divers ouvrages de Mathématiques et de Physique, par Messieurs de l'Académie royale des Sciences.*

» V. Cette analyse d'un ouvrage d'Aboul-Wefâ, dont heureusement une traduction en langue persane nous est parvenue, ne confirme-t-elle pas la haute renommée qu'il a eue dans tous les temps, et ne suffirait-elle pas, sans qu'il fût besoin d'invoquer cette renommée même, pour attester l'erreur du jugement que nous combattons?

» Mais d'où vient cette erreur? comment l'expliquer? Elle provient de deux causes : *premièrement*, de ce que l'on a regardé *à priori* l'ouvrage d'Aboul-Wefâ comme la reproduction inintelligente de l'ouvrage de Ptolémée, tandis qu'il en diffère complétement quant au mode d'exposition; *secondement*, de ce qu'on n'a disserté que sur un fragment de l'ouvrage, sans même tenir aucun compte des autres fragments qui se trouvent dans le Ms.

» L'ouvrage d'Aboul-Wefâ diffère complétement de celui de Ptolémée, quant au mode d'exposition. Pour le prouver, je rapporte ici ce que j'ai dit à ce sujet dans un premier écrit, en 1862 :

« Ptolémée procède progressivement aux différentes parties de l'édifice qu'il élève; tandis qu'Aboul-Wefâ montre tout d'abord l'édifice construit complétement, et prouve ensuite l'exactitude et la convenance de chacune de ses parties.

» Cette marche régressive est l'inverse de celle de l'auteur grec. Celle-ci, toute synthétique, est plus conforme à l'esprit d'invention; l'autre, empreinte des progrès de la science dus à une longue culture, émane d'un auteur familiarisé avec son sujet. Aboul-Wefâ la suit avec beaucoup d'ordre, de logique et de méthode. Elle suffirait, indépendamment de la troisième inégalité qu'il a introduite dans la théorie lunaire, pour le justifier d'avoir annoncé au commencement de son ouvrage, *qu'il a suivi une voie nouvelle qu'aucun des anciens et Ptolémée lui-même n'avaient mentionnée*.

» Mais il existe beaucoup d'autres différences entre la marche d'Aboul-Wefâ et celle de Ptolémée. Ainsi, dans certains détails, il emploie d'autres démonstrations, parce qu'il a à sa disposition un plus grand nombre d'observations, qui lui fournissent sans calcul les éléments de sa démonstration. Par exemple, pour déterminer la première inégalité (celle des syzygies), il n'a pas besoin de recourir au problème des trois éclipses résolu par Hipparque, et reproduit par Ptolémée : solution fort belle en théorie, et qui atteste la sagacité d'Hipparque comme géomètre, mais qui assurément est d'une exactitude plus que douteuse dans l'application, puisqu'elle fait dépendre tous les éléments d'une théorie aussi compliquée, de trois seules observations qu'on peut présumer entachées d'erreurs. Aboul-Wéfâ, au contraire, conclut l'inégalité par un procédé fort ingénieux et beaucoup plus exact, des observations d'éclipses qu'il a à sa disposition.

» On voit donc que l'ordre suivi par Aboul-Wefâ dans l'exposition de toute cette théorie, et souvent ses procédés de démonstration dans les détails, enfin, l'exactitude qu'ils comportent, diffèrent, à beaucoup d'égards, de la marche et de la méthode de Ptolémée. »

» En outre, la théorie lunaire de Ptolémée, formant le V[e] livre de

son *Almageste*, comprenait XIX chapitres. Dans l'ouvrage d'Aboul-Wefâ, elle est divisée en trois *livres*, chaque livre en *discours* et en *sections*, et les sections en *chapitres*.

» Nous avons dit précédemment que le Ier livre contenait les connaissances nécessaires pour aborder l'étude astronomique, et notamment des formules et des calculs de trigonométrie sphérique.

» Le deuxième livre a pour objet d'expliquer les mouvements des planètes ; c'est dans ce livre que se trouvent les mouvements de la Lune. Cette théorie lunaire nous paraît avoir été exposée en trois parties distinctes. La première formait le sixième discours de ce livre : ce discours et les cinq premiers manquent dans le manuscrit. La deuxième partie, la seule qui nous soit conservée, forme la deuxième section du septième discours ; et la troisième partie n'existe plus dans le volume.

» Voici quel était l'objet distinct de ces trois parties, qui embrassaient toute la théorie lunaire.

» Dans la première, se trouvait l'exposition complète, mais sans démonstration, du mécanisme des cercles, excentriques, épicycles, etc., qui servaient à représenter les mouvements lunaires.

» Dans la seconde, l'auteur donne la démonstration du système complet, et les valeurs numériques qui s'y rapportent.

» Enfin, dans la troisième, se trouvait le détail des observations sur lesquelles était fondé tout ce mécanisme des mouvements lunaires.

» Ce qui nous est connu de la seconde partie, où doit se trouver la démonstration du système exposé dans la première, forme dix chapitres, de I à X, qui se suivent. Les neuf premiers sont consacrés à la démonstration des deux premières inégalités, et le dixième, à une troisième inégalité.

» Cette troisième inégalité est-elle celle que Ptolémée a introduite comme rectification des deux premières, sous le nom de *prosneuse* (*déviation*) ; ou bien est-elle l'inégalité connue des Modernes sous le nom de *variation*, qui aurait ainsi été découverte par Aboul-Wefâ?

» Telle est la question agitée depuis une trentaine d'années et qui se reproduit.

» J'ai eu l'honneur d'en entretenir l'Académie, il y a peu d'années (1), et d'exposer les considérations qui me portaient à prononcer que cette troisième inégalité était bien la variation, et qu'Aboul-Wefâ l'ajoutait au résul-

(1) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1002, séance du 12 mai 1862.

tat final de Ptolémée, c'est-à-dire aux deux premières inégalités rectifiées par la prosneuse.

» VI. Je résumerai ici en peu de mots les considérations qui m'ont porté à adopter cette solution. Elles se trouvent dans le chapitre X, où l'on s'est mépris, selon moi, en pensant que ce chapitre est consacré à la prosneuse de Ptolémée, c'est-à-dire à la rectification des deux premières inégalités.

» Dans ce chapitre, Aboul-Wefâ rappelle d'abord les deux inégalités qu'il vient de démontrer dans les neuf chapitres précédents. Puis, il passe à la troisième inégalité dont le maximum est de 45 minutes *environ,* en *trine* et en *sextile* (c'est–à–dire dans les *octants,* comme il est prouvé ci-dessus. Aboul-Wefâ n'a pas à démontrer la rectification de la *prosneuse;* parce que cette rectification ne peut pas être démontrée par l'observation, puisqu' elle ne complète pas le système; elle sera justifiée par la démonstration de l'inégalité de 45 minutes qu'Aboul-Wefâ y ajoute, démonstration qui résulte de la différence qu'il trouve entre l'observation et le calcul de Ptolémée. Mais, si Aboul-Wefâ n'a point à démontrer ici, après avoir parlé des deux premières inégalités, la rectification de Ptolémée, il en a parlé, nécessairement, dans la première partie de son exposition complète des mouvements lunaires; je puis ajouter qu'ici même, il fait allusion à cette rectification dans la phrase suivante :

« Le fait de ceci est que nous avons observé la Lune dans de tels moments, avec les instruments *que nous avons mentionnés ci-dessus;* et lorsque nous l'avons trouvée en réalité (par son lieu vrai?) dans un des degrés du cercle du zodiaque, nous avons, *par un calcul rectifié* en tenant compte des deux inégalités précédentes, obtenu sa place plus avancée ou moins avancée d'environ un demi et un quart de degré » (1).

» Quel est ce *calcul rectifié* des deux premières inégalités dont Aboul-Wefâ parle ici pour la première fois, mais dont il avait parlé nécessairement dans la première partie de sa théorie lunaire, où se trouvait l'exposition complète de son système? Pourquoi ne serait-ce pas la rectification de Ptolémée, comme je l'ai admis; quand surtout des exemples numériques prouvent que ce système conduit à des résultats qui diffèrent beaucoup moins de ceux que donne la théorie de M. Damoiseau, que ceux de Ptolémée?

» Je rappellerai en terminant qu'Abouf-Wefâ faisait connaître dans la troisième partie de sa théorie lunaire, qui nous manque, les observations dont il invoquait les résultats dans son exposition. Aussi dit-il, dans les dernières lignes de ce dixième chapitre consacré à sa troisième inégalité :

---

(1) Je rapporte ici la traduction même de M. Biot. Voir *Journal des Savants*, 1845, p. 162.

« Nous expliquerons les observations par lesquelles nous avons reconnu
» cette inégalité, lorsque nous exposerons les inégalités spéciales des différents astres. » (*Journal des Savants*, 1845, p. 163.)

» Peut-on croire qu'il aurait soumis ainsi au jugement de ses contemporains et de la postérité des observations mensongères? Et dans quel but?

» VII. Je passe à la dissertation de M. Bertrand. Je serai bref; je ne vais en citer qu'un passage, qui montrera combien notre confrère s'est mépris en ce qui me concerne. Il introduit « trois lecteurs », partisans chacun de l'une des opinions qui ont été émises, et se proposant de déduire de son texte la position de la Lune à un jour donné. Au sujet du second lecteur, qui est censé appliquer mon interprétation du système d'Aboul-Wefâ, il dit:

« Que fera le second? Il construira, comme le premier, l'excentrique et l'épicycle, placera la Lune au même point de l'épicycle, fera alors la correction de la prosneuse, et se mettra en devoir, selon les indications d'Aboul-Wefâ, d'y adjoindre la variation. Il cherchera donc à faire tourner l'axe de l'épicycle « vers le point dont la distance au centre du
» monde vers le côté du périgée, est égale à la distance qui est entre le centre du zodiaque
» et le centre de l'excentrique.

» N'éprouvera-t-il pas quelque étonnement en voyant que, par suite de la construction de la prosneuse, l'axe de l'épicycle est déjà dirigé vers ce point? Il renoncera donc à le faire tourner, et, le laissant où il est, *il placera la Lune précisément au même point que l'eût fait Ptolémée.* »

» Or, je n'ai pas commis cette énormité, d'employer la variation comme argument d'une inégalité qu'elle aurait servi à calculer. J'ai ajouté la variation elle-même aux deux inégalités décrites et rectifiées par la prosneuse, c'est-à-dire au résultat final de Ptolémée. Je me suis exprimé très-nettement et à plusieurs reprises. Je n'ai point à insister. »

PHYSIQUE. — *Remarques relatives à une Note précédente de* M. Salet. Extrait d'une Lettre de **M. Edm. Becquerel** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Je lis, dans les *Comptes rendus* de la séance du 28 août dernier (1), que M. Salet s'est servi, pour l'analyse spectrale, de tubes contenant des substances gazeuses et n'ayant pas d'électrodes métalliques pénétrant à l'intérieur, pour obtenir l'illumination de ces substances au moyen des décharges électriques.

» Je ferai remarquer que j'ai fait usage, il y a longtemps, de cette méthode d'expérimentation, et que, dans mes recherches sur les actions lumi-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 559.

neuses produites par l'action de l'électricité (1), j'ai montré qu'il n'est pas nécessaire que des tubes fermés, dans lesquels se trouvent des gaz plus ou moins raréfiés, soient munis de fils conducteurs pénétrant à l'intérieur, pour que l'illumination des gaz et substances contenus dans ces tubes ait lieu. Il suffit, en effet, d'appliquer, aux extrémités des tubes, des anneaux ou manchons métalliques communiquant aux réophores d'une machine électrique ou d'un appareil d'induction, pour que des décharges par influence traversent ces tubes.

» Guidés par le même principe, M. Fremy et moi, nous avons obtenu la production de l'ozone dans des tubes à oxygène, non pourvus de fils de platine pénétrant à l'intérieur, et par la seule action des décharges excitées par influence dans le gaz oxygène. Ces expériences, du reste, ont été répétées depuis par plusieurs expérimentateurs, et avaient pour but d'éliminer l'influence qu'auraient pu exercer les électrodes, ou les substances qu'elles auraient pu émettre lors de l'action électrique, sur les effets observés. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'origine de la chaleur développée lorsque le mouvement communiqué à un disque métallique s'éteint sous l'influence d'un électro-aimant; par* **M. P.-A. Favre.**

« L. Foucault a démontré, par une expérience dont l'importance est capitale, que la température d'un disque métallique s'élève, quand on le fait tourner entre les armatures d'un électro-aimant puissant, malgré la résistance que ce dernier oppose à la rotation. En même temps, ce physicien émettait les idées suivantes (2) :

« Si l'on veut que le mouvement persiste, il faut fournir incessamment un certain travail; la partie mobile semble être pressée par un frein, et ce travail produit nécessairement un effet dynamique que j'ai jugé, suivant les doctrines nouvelles, devoir se retrouver en chaleur.

» On arrive à la même conséquence, en ayant égard aux courants d'induction qui se succèdent à l'intérieur d'un corps en mouvement; mais cette manière de considérer les choses ne donnerait que très-péniblement une idée de la quantité de chaleur produite, tandis que, en considérant cette chaleur comme due à une transformation de travail, il me paraît certain qu'on produirait aisément, dans une expérience décisive, une élévation sensible de température. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 93; 1857. — Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. Ier, p. 331.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLV, p. 316.

» En formulant ainsi sa pensée, L. Foucault posait nettement un problème thermique dont il m'a été possible de chercher la solution expérimentale, car je possédais les instruments calorimétriques nécessaires à ce genre d'investigation, et M. Ruhmkorff, avec son empressement habituel à servir les intérêts de la science, a bien voulu mettre à ma disposition l'un des appareils à disque tournant entre les pôles d'un fort électro-aimant, qu'il construit avec l'habileté que tout le monde connaît :

» Ce problème peut s'énoncer de la manière suivante :

» La chaleur qui, dans l'expérience de L. Foucault, s'accumule dans le disque en rotation, est-elle en partie empruntée à la pile, sous l'influence de laquelle se développe le courant qui produit l'aimantation et par suite les courants d'induction qui circulent dans son intérieur; et, dans ce cas, quelle est la part qu'il faut faire à cet emprunt?

» Le même problème peut encore s'énoncer ainsi, en remontant à l'origine des forces mises en jeu.

» Lorsque le disque est mis en mouvement, soit par la chute d'un poids, soit par la main d'un opérateur poussant à la manivelle, la chaleur accumulée dans ce disque est-elle uniquement attribuable, dans le premier cas, au travail effectué par le poids qui tombe; et, dans le second cas, à l'effort musculaire qui correspond, comme on le sait, à une combustion dont le siége se trouve dans le réseau des capillaires périphériques (1), ou bien cette chaleur provient-elle en partie du travail produit, sous forme de chaleur ou de courant électrique, par les combustions qui s'effectuent dans la pile?

» Pour répondre à la question ainsi posée, j'ai opéré de la manière suivante :

---

(1) La solution de cette question se rattache par des liens intimes à des considérations très-délicates de l'ordre physiologique, qui n'ont pas encore été élucidées et que je me borne pour le moment à signaler.

On peut se demander, en effet, ce que devient l'énergie que les combustions produites dans les capillaires mettent à la disposition des organes, énergie qui, nécessaire à la vie de chaque organe, est dépensée, soit à l'état de chaleur rayonnante, soit sous forme de travail effectué, lorsqu'on produit une action extérieure quelconque. Chaque organe demanderait-il cette énergie à une combustion commandée au fur et à mesure de ses besoins, et qui la lui transmettrait directement; ou bien la demanderait-il à certains éléments anatomiques dans lesquels elle s'emmagasinerait, comme dans le volant d'une machine, et indépendamment de tout travail immédiat à effectuer, pour être ensuite servie régulièrement à n'importe quel organe, au fur et à mesure de ses besoins? C'est une question à laquelle j'essaierai de répondre plus tard, en m'appuyant sur des expériences spéciales.

» Un courant fourni par cinq couples de Smée, placés dans le calorimètre à mercure, était dirigé dans l'électro-aimant de l'appareil de L. Foucault. Ce courant avait une énergie telle, que l'opérateur poussant à la manivelle était obligé d'exercer un effort considérable pour mettre le disque de cuivre en mouvement (1). Les expériences ne différaient entre elles que parce que, dans les opérations, tantôt on mettait le disque en mouvement, et tantôt on le laissait au repos. J'ai eu soin, dans chaque série des opérations qui se succédaient sans interruption, de faire alterner ces deux ordres d'expériences.

» Comme d'habitude, je notais dans chaque opération l'angle de déviation à la boussole des tangentes, la quantité d'hydrogène dégagée par chaque couple dans un même temps, et égale pour chacun d'eux, et enfin la chaleur versée dans le calorimètre pour une même quantité d'action chimique.

» En opérant dans ces conditions, l'angle de déviation à la boussole, le volume d'hydrogène que dégageait chaque couple dans le même temps, ainsi que la quantité de chaleur recueillie par le calorimètre pour une même quantité d'action chimique, ont toujours été les mêmes, soit que le disque fût mis en mouvement, soit qu'il fût laissé au repos, ce qui prouve que les courants moléculaires, auxquels est dû le magnétisme, sont constants, et ne peuvent être influencés par les courants d'induction voisins qui circulent dans le disque.

» Lorsqu'on remplace le disque de cuivre ordinaire par un disque de cuivre divisé en plusieurs segments égaux, à l'aide d'un certain nombre de traits de scie qui, partant de sa circonférence, se dirigent vers son axe de rotation, on obtient des résultats identiques; mais, ainsi qu'on devait s'y attendre, l'effort qu'il faut faire pour mettre le disque en mouvement est moins considérable.

» Bien plus, les résultats sont encore les mêmes lorsqu'on opère, soit avec un disque de fer doux, soit avec un disque d'acier trempé. Mais dans ces deux cas, ainsi qu'on devait également s'y attendre, l'opérateur qui

---

(1) Le calorimètre dont je disposais lorsque j'ai entrepris ce travail ne pouvait recevoir que cinq couples. Craignant que ce nombre ne fût pas suffisant, j'avais jugé nécessaire, dans mes premières expériences, de doubler l'énergie voltaïque du courant produit par cinq couples, en introduisant dans le circuit une pile de renfort de cinq couples, en tout semblables aux premiers, mais placés hors du calorimètre. En opérant dans ces conditions, les résultats ont été les mêmes, ainsi qu'on devait s'y attendre.

pousse à la manivelle est obligé de faire un effort plus considérable que lorsqu'il opère avec le disque de cuivre ordinaire (1).

» Il résulte de l'interprétation de ces résultats, que la chaleur qui s'accumule dans le disque, provient uniquement d'une certaine quantité de travail fournie par l'opérateur et qui a produit un effet dynamique déterminé. On est également conduit à admettre que l'énergie rendue disponible dans la pile, dont l'emploi entraîne toujours une dépense plus ou moins considérable, ne produit aucun travail extérieur au circuit qui puisse être apprécié, et que l'électro-aimant, sans rien dépenser, détruit le mouvement du disque, tout comme le détruiraient des aimants permanents suffisamment puissants qui fonctionneraient de la même manière et sans qu'il fût nécessaire de maintenir leur puissance à l'aide d'une pile (2).

» Les expériences que je vais faire connaître et qui sont le complément nécessaire de celles qui précèdent ont été entreprises pour répondre à la question suivante :

» Par suite de la résistance que le disque soumis à l'influence de l'électro-aimant oppose au mouvement qu'on lui imprime, et qui est due bien certainement à l'action qui s'exerce entre les courants induits circulant dans son intérieur et les courants polaires de l'électro-aimant, ce disque s'échauffe-t-il à la manière d'un frein qui détruit un mouvement?

» Pour opérer dans de bonnes conditions, il fallait, avant tout et pour un temps suffisant, soustraire les pôles de l'électro-aimant à l'influence du rayonnement immédiat du disque de cuivre, de telle sorte qu'il fût possible d'observer leur élévation de température avant que cette influence pût se faire sentir. C'est pour cela qu'on a dû placer, entre le disque et la surface plane des pôles de l'électro-aimant, un papier suffisamment épais et mauvais conducteur de la chaleur.

---

(1) L'effort nécessaire pour mettre le disque en mouvement croît, en employant les disques dans l'ordre suivant : disque de cuivre à segments, disque de cuivre ordinaire, disque d'acier trempé et enfin disque de fer doux. Lorsqu'on opère avec les deux derniers disques il faut disposer l'appareil de telle sorte qu'ils ne puissent pas s'appliquer sur l'une ou l'autre branche de l'électro-aimant, car leur mouvement deviendrait impossible, ou bien il se produirait avec un frottement considérable.

(2) Dans le but de bien établir le rôle passif des aimants comme source de chaleur, j'ai entrepris avec la machine de Pixii et avec celle de Clarke, auxquelles j'ai dû faire subir quelques modifications, des expériences qui permettront de déterminer en même temps l'équivalent mécanique de la chaleur, à l'aide d'une méthode qui n'a pas encore été employée.

» Pour apprécier les plus faibles élévations de température des armatures de fer doux, entre lesquelles se meut le disque de cuivre, on a fait usage de deux piles thermo-électriques, accouplées en tension, de trente couples chacune, et dont les faces, parfaitement planes, reposaient sur les deux surfaces, planes elles-mêmes, de l'électro-aimant. A leurs pôles étaient fixés deux longs et gros fils isolés qui se rendaient à un galvanomètre très-sensible, placé à une grande distance, et dont les aiguilles, fortement aimantées et compensées avec soin, faisaient six oscillations par minute. Le système des deux aiguilles était muni d'un miroir très-léger, et l'on observait les déviations, comme dans le procédé de Gauss et Weber, par la réflexion des divisions d'une mire horizontale.

» Afin de constater la rapidité maximum avec laquelle l'influence du rayonnement du disque de cuivre échauffé peut se faire sentir, je l'ai détaché de l'appareil pour le porter à la température la plus élevée qu'il peut atteindre pendant les opérations, puis, immédiatement après l'avoir remis en place, ce qui ne demandait que quelques secondes, j'ai observé, à la lunette, le temps nécessaire pour que la chaleur émise par son rayonnement fût accusée par le galvanomètre. Ce temps, quoique très-court, est cependant très-appréciable.

» Les choses ainsi disposées, j'ai opéré de la manière suivante :

» Le courant passant dans l'électro-aimant et le disque de cuivre étant au repos, j'ai promené les deux piles sur les deux pôles de l'électro-aimant, en saisissant la main de bois qui les relie et en évitant tout frottement; j'ai constaté que la température était partout la même et ne variait pas. C'est alors que j'ai mis le disque en mouvement; aussitôt, et avant même que le disque ait pu s'échauffer d'une manière sensible, j'ai constaté que, malgré la masse considérable de l'électro-aimant par rapport à celle du disque de cuivre, la température des parties de ses pôles, qui avoisinent ce disque, s'élevait d'une manière appréciable; après quelques instants seulement, le disque continuant à tourner et à s'échauffer, on voyait arriver l'onde de chaleur produite par son rayonnement. Cet effet ne peut être dû qu'à des courants d'induction de deuxième ordre, produits dans les armatures par ceux du disque en rotation, en considérant ces armatures comme de simples conducteurs. Il est analogue à celui que l'on constate quand on met au centre des bobines d'induction un cylindre de fer doux ou bien un faisceau de fils de fer, comme l'a fait remarquer M. Dove. »

M. Le Verrier demande à l'Académie la permission de placer sous ses

yeux diverses séries importantes d'observations d'étoiles filantes, amenées à l'état complet de réduction, savoir :

» I. Observations d'étoiles filantes faites à Bordeaux, en novembre 1869, réduites par M. Lespiault.

» II. Observations faites à Montpellier, en août 1870, réduites par M. Collot.

» III. Observations faites à l'Observatoire du collége royal Charles-Albert, à Moncalieri, en août 1871, par M. Denza.

» IV. Observations faites en août 1871, à Rochefort, par MM. Courbebaisse et Simon, et réduites par M. Simon.

» V. Observations faites en août 1871, à Urbino, par M. Serpieri.

» VI. Observations faites à Rochefort, en novembre 1869, réduites par M. Lespiault.

» VII. Observations faites à Piacenza, en août 1871, par M. Manzi.

» VIII. Observations faites à Volpeglino, en août 1871, par M. Maggi.

» IX. Observations faites à Poitiers, en août 1871, par M. Sansac de Touchimbert.

» X. Observations faites à Gênes, en août 1871, par M. Garibaldi.

» XI. Observations faites à Alexandrie, en août 1871, par M. Parnisetti.

» XII. Observations faites à Orange, en novembre 1869, par MM. Wolf, Rayet, Imbert et Roux, réduites par M. Wolf.

» XIII. Observations faites à Limoges, en août 1871, par M. le commandant Follie.

» XIV. Observations faites à Turin, par M. Dorna, directeur de l'Observatoire.

» XV. Observations faites à Nice, par MM. Delestrac et Fassi.

» Les comparaisons télegraphiques des chronomètres sont fort précises; sur toutes les parties du vaste réseau dans lequel on a observé et dont on n'a encore qu'une portion des résultats, les observations ont été rigoureusement rapportées au même temps moyen du Dépôt de la la Marine à Paris. »

M. Le Verrier communique aussi l'extrait suivant d'une Lettre de *M. F. Peters*, directeur de l'Observatoire de Clinton-Onéida :

« Je me donne le plaisir de vous communiquer les éléments de la petite planète (la 114e des astéroïdes) découverte ici le 23 juillet, et à laquelle a été donné le nom de *Cassandra*. Les éléments ont été calculés d'après des observations des 28 juillet, 8 et 18 août, et ils représentent bien encore une observation faite il y a peu de jours.

Époque : 1871, janv. 0,0, t. m. de Berlin.

Anomalie moyenne de l'époque..........	118°. 5'. 1",84	
Longitude du périhélie..................	148.29.23,1	Éq. moy. 1871,0
Longitude du nœud....................	163.53.32,3	Éq. moy. 1871,0
Inclinaison à l'écliptique................	5. 1.30,05	Éq. moy. 1871,0
Angle dont le sinus équivaut à l'excentricité.	8.51.32,1	
Moyen mouvement sidéral..............	817",54	
Demi-axe, logarithme....................	0,4249978	
Grandeur à l'opposition moyenne.........	11,1	

» A présent, la grandeur est estimée 11,3, et la planète vient d'entrer dans la carte n° 64.A de M. Chacornac, ce qui en facilitera la recherche. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Rapport verbal sur une Lettre de* M. Berthon, *pharmacien à Gaillon (Eure); par* **M. Bouley**.

« L'Académie m'a fait l'honneur de me renvoyer l'examen d'une Lettre par laquelle M. Berthon, pharmacien à Gaillon (Eure), demande, pour la seconde fois, paraît-il, que l'Académie veuille bien lui faire obtenir l'autorisation d'exploiter un moyen de traitement dont il possède le secret et qu'il aurait reconnu très-efficace contre la rage de l'homme.

» Il me semble qu'une seule réponse doit être faite à cette Lettre : c'est que, si celui qui l'a signée est en possession, comme il le prétend, d'un moyen efficace de guérir la rage, son devoir est de ne pas tenir ce moyen secret et d'en faire bénéficier l'humanité tout entière par une divulgation immédiate. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvel indicateur dynamométrique, faisant connaître toutes les circonstances du travail de la vapeur dans le cylindre d'une machine.* Note de **M. Deprez**, présentée par M. Combes.

(Commissaires : MM. Combes, Morin, Phillips.)

« Watt a imaginé, au commencement de ce siècle, un instrument universellement connu sous le nom d'*indicateur de Watt*, et qui a pour but de faire connaître, au moyen de la flexion d'un ressort, la force élastique de la vapeur dans le cylindre d'une machine, en chaque point de la course du piston. Cet appareil donne des résultats très-satisfaisants quand on l'applique sur des machines qui marchent lentement; mais dès que la vitesse de rotation atteint de 60 à 70 tours par minute, l'inertie des pièces mobiles qui le composent dénature complétement la courbe qui représente la force élastique de la vapeur, et les tracés que l'on obtient ne sont plus d'aucune utilité.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'examen de l'Académie un instrument exempt de cet inconvénient et qui est fondé sur le principe suivant :

» Supposons que, dans l'indicateur ordinaire, on donne au ressort une tension initiale de 1 kilogramme, par exemple, et que la tige du piston de l'indicateur porte un butoir lui permettant d'osciller entre deux arrêts très-rapprochés. Dès que la pression de la vapeur sur le piston dépassera d'une

quantité extrêmement petite 1 kilogramme, le piston sera soulevé, et le butoir viendra heurter l'arrêt supérieur. Il résultera de là un tracé composé de deux portions de ligne droite parallèles et réunies par un petit élément de courbe. Le point de raccordement entre cet élément et la portion de droite inférieure correspondra précisément au point de la course du piston où la tension de la vapeur atteignait 1 kilogramme par centimètre carré (la section du piston étant supposée de 1 centimètre carré).

» La tige du piston restera donc pressée contre l'arrêt supérieur tant que la tension de la vapeur dépassera 1 kilogramme par centimètre carré, mais pendant la période de détente il arrivera un moment où cette tension s'abaissera au-dessous de cette limite; alors la tige du piston quittera l'arrêt supérieur pour venir heurter l'arrêt inférieur, ce qui donnera lieu au tracé d'un nouvel élément de courbe, qui indiquera le moment précis de la course du piston où la tension de la vapeur pendant la détente devient égale à 1 kilogramme.

» Si l'on répète le même tracé en donnant au ressort une tension de 2 kilogrammes, de 3 kilogrammes, et ainsi de suite, on voit que l'on obtiendra une série de points, qu'il suffira de réunir par un trait continu pour avoir les courbes de détente et de compression.

» Un ancien indicateur construit et transformé suivant le principe que je viens d'indiquer par M. Paul Garnier a servi à relever une série de diagrammes qui sont joints à l'instrument. Lorsqu'on les compare à ceux que l'on obtient avec les instruments actuellement en usage, on reconnaît qu'ils présentent sur ces derniers une grande supériorité.

» Les deux seules objections que l'on puisse faire à cette disposition sont :

» 1° Que le tracé de la courbe ne peut représenter les phénomènes se rapportant à un coup de piston de la machine qu'à la condition que l'on puisse obtenir une série de tours de roue parfaitement identiques entre eux. Or, pour relever un diagramme, il faut que la machine fasse une dizaine de tours, et l'expérience m'a démontré, comme on peut le constater par la continuité même des courbes, que l'on peut regarder les phénomènes qui se passent dans le cylindre comme identiques à chaque tour pendant le court espace de temps nécessaire pour faire 10 tours. Une autre preuve résulte de ce que, dans nombre de cas, j'ai laissé le crayon de l'instrument repasser sur le même tracé pendant 3 ou 4 tours successifs sans que la netteté du tracé en fût aucunement affectée.

» 2° Que la tension du ressort n'est rigoureusement égale à celle de la

vapeur (abstraction faite des frottements dont on peut d'ailleurs tenir compte et qui sont très-petits) qu'au moment du raccordement entre la portion de ligne droite et l'élément de courbe, et que ce point de raccordement est difficile à saisir. Pour parer à cette cause d'erreur, il faut que la masse des pièces mobiles soit petite par rapport à la surface du piston de l'instrument, et que le tracé soit aussi délié que possible. En réalité, elle est négligeable et peut d'ailleurs être complétement écartée par une disposition dans laquelle le crayon cesse de marquer dès que la tige du piston quitte l'arrêt contre lequel elle est appliquée.

» J'ai combiné également un autre instrument fondé sur le même principe que celui que je viens de décrire et destiné à faire connaître les valeurs successives d'une force agissant pendant un temps très-court, telle que la tension des gaz de la poudre dans les bouches à feu. Il se compose essentiellement d'une série de pistons pressés par des ressorts dont la force élastique a une valeur déterminée pour chaque piston. Le moment précis où chacun de ces pistons se met en mouvement fait connaître la tension des gaz à l'instant considéré. »

M. **Louvel** adresse une nouvelle Communication, concernant son procédé de conservation des grains et des farines.

(MM. Peligot et Combes sont priés de s'adjoindre à la Commission précédemment nommée : cette Commission se compose donc aujoud'hui de MM. Brongniart, Decaisne, Peligot, Combes et Bussy.)

M. **Crussard** adresse quelques modifications à la Note récemment présentée par lui, sur l'emploi combiné de la vapeur et de la pression atmosphérique pour réduire la dépense de combustible dans la navigation à vapeur.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. **Brachet** adresse deux nouvelles Notes, sur l'application de l'arc voltaïque à l'éclairage.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Bonnafont** adresse, par l'entremise de M. J. Cloquet, pour le concours des prix Montyon, une Note sur ses différents travaux de physiologie pathologique et de thérapeutique de l'appareil de l'ouïe.

(Renvoi à la Commission.)

M. Halmagrand adresse une brochure, accompagnée d'une Note manuscrite, sur l'emploi, comme fébrifuge, du cyanoferrure de sodium et de salicine, auquel il donne le nom de *quinite*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Jenken, **M. Kirkpatrick**, **M. Barbie** adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire des tomes LXXI, LXXII et LXXIII de la Collection des brevets d'invention.

M. le Président de la Société des agriculteurs de France demande à l'Académie de vouloir bien faire l'échange de ses *Comptes rendus* avec les publications de cette Société.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

M. Friedel fait hommage à l'Académie d'un certain nombre de pièces manuscrites, provenant de la succession de M. *de Lacépède*.

Ces pièces sont particulièrement relatives à des observations de magnétisme terrestre, à l'histoire de l'aimant, à la découverte de l'électrophore par Volta, au phlogistique, etc.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la brochure intitulée : « Utilisation de la chute d'eau dans le Rhône, près de Bellegarde », et en fait connaître le sujet par le résumé suivant :

« Les phosphates signalés aux environs de Bellegarde, il y a un demi-siècle, par Alexandre Brongniart, sont devenus l'objet d'une importante exploitation.

» MM. Lomer et Ellerhausen, qui la dirigent, ont été amenés à reconnaître, par l'aspect des lieux, que le Rhône offrait, en ce point, des conditions exceptionnelles dont il était possible de tirer parti pour la création

d'une force motrice d'une extrême importance, au moyen d'une dérivation des eaux du fleuve. M. Daniel Colladon ayant étudié tous les détails de l'entreprise, et la concession en ayant été concédée par le gouvernement, on a commencé les travaux; ils sont en cours d'exécution.

» Le canal de dérivation prend son origine dans le lit du fleuve, en amont de la perte du Rhône. Creusé quelques mètres au-dessous du niveau des plus basses eaux, il se prolonge en tunnel, pendant 520 mètres, pour aboutir dans le lit de la Valserine, où se trouveront les turbines destinées à desservir les manufactures.

» La chute ainsi obtenue est de $13^m,5$. Le débit du tunnel s'élèvera à 60 mètres cubes par seconde, représentant le tiers du débit total du Rhône à Bellegarde, estimé à 180 mètres cubes par seconde dans les plus basses eaux.

» Ce régime est moins variable que pour beaucoup de fleuves, le lac de Genève faisant l'office d'un immense régulateur, qui n'a pas moins de 600 millions de mètres carrés.

» La force réalisée s'élèvera à 10000 chevaux, c'est-à-dire la même qui a été mise à profit pour l'importante création industrielle de Lowel dans le Massachussets, le Manchester des États-Unis.

» La pureté des eaux du Rhône à Bellegarde, où ce fleuve, sortant du lac de Genève, n'a encore reçu que les eaux de l'Arve, très-pures elles-mêmes, signale la nouvelle entreprise comme éminemment propre à l'établissement des papeteries, des industries cotonnières et généralement des fabriques de tissus.

» Au moment où les chefs des ateliers de l'Alsace peuvent être tentés de chercher en France des localités favorables pour y transporter leur industrie, le plateau de Bellegarde, au niveau du chemin de fer, et la force de 10000 chevaux, fournie par le Rhône, méritent d'être signalés à l'attention publique. »

Après quelques remarques de M. Élie de Beaumont, M. le Président invite M. le Secrétaire perpétuel à insérer son résumé verbal dans le *Compte rendu* de la séance.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la constitution des spectres lumineux;* *par* **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« L'importance du sujet traité dans les Communications que l'Académie a reçues dans la dernière séance fait espérer à l'auteur qu'elle voudra bien,

pour rendre toute comparaison facile, autoriser l'insertion des extraits suivants de mes propres études dans le *Compte rendu* de la séance actuelle :

« A l'origine de mes recherches, les documents me manquaient presque entièrement; aussi ne pouvais-je apercevoir que les rapports les plus saillants. En 1865, j'adressai à l'Académie un pli cacheté dans lequel je présentais les remarques que m'avait suggérées principalement l'examen de la planche du Mémoire de MM. Kirchhoff et Bunsen. En voici quelques extraits : « Dès que MM. Kirchhoff et Bunsen eurent publié leurs mémorables » recherches sur le cœsium et le rubidium, la planche représentant les spectres des mé- » taux alcalins (C*s*, R*b*, K, L*i* et N*a*) me frappa vivement. Depuis plus de deux ans, » je réfléchissais aux rapports si intimes qui lient les propriétés des corps à leurs poids » atomiques. Un rapport nouveau et remarquable, que je m'étonne toujours de ne voir » exprimer par personne, se déduisait de l'examen de cette planche; le voici : *Les raies » spectrales des métaux alcalins* (*et alcalino-terreux*), *classées par leurs réfrangibilités, » sont placées, comme les propriétés chimiques, suivant l'ordre des poids atomiques.* » Et plus loin... « Le spectre du rubidium paraît analogue à celui du potassium, étant seule- » ment transporté, comme tout d'une pièce, vers le rouge. » Puis je cherchais à expliquer mécaniquement comment la molécule plus lourde devait produire des longueurs d'ondes plus grandes que son homologue plus légère. « D'abord il est reconnu que les molécules qui » vibrent en produisant de la lumière ont des périodes d'oscillation isochrones, puisqu'elles » donnent naissance à des raies de longueurs d'ondes déterminées et constantes pour chaque » substance; l'augmentation (dans de certaines limites) de la force vive (chaleur, etc.), ap- » pliquée à ces molécules, n'a pour effet que d'accroître l'amplitude des vibrations, en leur » laissant leur isochronisme. La molécule joue alors le rôle d'un pendule, et, comme ce » dernier, revient vers sa position d'équilibre avec une vitesse d'autant plus grande que » l'écart a été plus considérable. Mais la force qui tend à ramener la molécule vers son » centre de mouvement est la réaction de l'éther sur la molécule, réaction qui est constante » pour une même vitesse et une même masse de la molécule, mais qui varie lorsque le rap- » port des masses éther et molécule vient lui-même à changer.... Il en résulte que la mo- » lécule plus lourde sera ramenée vers son centre d'équilibre avec moins d'énergie que » l'autre, et conséquemment elle emploiera plus de temps à accomplir une oscillation au- » tour de ce point : sa longueur d'onde sera plus grande. Dans la production de la lumière, » c'est bien la *molécule entière* qui vibre; aussi, lorsqu'un composé chimique résiste à une » haute température, il produit des raies spectrales différentes de celles de ses éléments. » Dans ce cas (comme dans celui des corps simples), les raies les moins réfrangibles doivent » être formées par le composé le plus lourd, lorsque ces composés sont de même constitu- » tion chimique.... Un même métal forme plusieurs raies. On peut expliquer ce fait en » disant que la molécule exécute une suite de vibrations distinctes, constituant une sorte de » cycle, à la fin duquel elle se retrouve exactement dans la phase initiale. Ce sont les vibra- » tions de même ordre, prises dans plusieurs de ces cycles, qui sont isochrones et produisent » une raie spectrale. »

» Enfin, je terminais ainsi mes remarques sur les régularités que j'avais observées dans les spectres : « C'est la marche des raies spectrales vers le violet, à mesure que le poids de » la molécule diminue, qui, en faisant disparaître certaines raies (dans la région invisible),

» a caché jusqu'ici les relations que je viens d'exposer. C'est aussi cette marche régulière » qui sera précieuse pour déterminer par la simple analyse spectrale non-seulement l'existence de nouveaux corps, mais encore leurs propriétés. Ne pouvons-nous pas avoir un » jour, de cette manière, *des idées nettes* sur les propriétés chimiques et physiques de corps » séparés de nous par des milliards de lieues? La lumière qui nous arrive des profondeurs » de l'espace nous apporte la table de réactions de ces corps que nous ne posséderons » peut-être jamais! C'est à nous d'apprendre à y lire. »

» Depuis le dépôt de mon pli de 1865, j'ai pu faire de nombreuses observations qui m'ont fait connaître de nouveaux rapports.

» Je crois pouvoir tirer aujourd'hui les conclusions suivantes de mes études sur la constitution des spectres lumineux :

» 1° Les raies d'un spectre, loin d'être placées au hasard sur l'échelle des longueurs d'ondes, dérivent d'une ou plusieurs raies primitives, formant un groupe que j'appellerai *élémentaire*, lequel, en subissant des augmentations ou diminutions successives de longueur d'onde, se répète sur l'échelle lumineuse sans changer d'aspect général.

» 2° De même que les ondes sonores, les vibrations lumineuses peuvent se reproduire par harmoniques, et la facilité de reproduction n'est pas la même pour tous les harmoniques.

» 3° Dans l'intérieur d'une famille naturelle, la longueur d'onde moyenne des groupes élémentaires est fonction des poids atomiques, de telle sorte que, pour les corps de même type chimique, la forme générale des spectres subsiste, tout en étant graduellement modifiée sous l'influence du changement de masse des molécules.

» 4° Dans une série de spectres analogues, les harmoniques correspondants ont des longueurs d'ondes moyennes d'autant plus grandes que les poids des molécules similaires sont plus considérables.

» 5° Le parallélisme de la marche des propriétés chimiques et des raies spectrales permettra, sans aucun doute, de faire un jour l'histoire chimique d'un corps à la seule inspection de la lumière qu'il émet.

» 6° Enfin, je signalerai l'appui que l'étude des spectres donne à la théorie des types et des substitutions, théorie fondamentale en chimie, et tout récemment attaquée. On voit, en effet, les substitutions successives laisser à chaque fois au type spectral ses traits principaux et ne le modifier que graduellement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'un sulfure de sélénium.* Deuxième Note de **M. A. Ditte** (1), présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans la dernière séance de l'Académie, j'ai indiqué un mode de préparation du sulfure de sélénium SeS et quelques-unes de ses propriétés; lorsque, au lieu de faire agir l'hydrogène sulfuré sur l'acide sélénieux, on commence par neutraliser ce dernier avec de la potasse, et que l'on prend d'ailleurs les précautions déjà indiquées pour éviter l'agglomération du

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 625.

précipité, celui-ci affecte la forme d'une poudre rouge-brun non homogène, et dans laquelle il est facile de distinguer des points jaunes provenant de soufre qui lui est mélangé. La liqueur qui le surnage est jaune et renferme du sulfure de potassium avec excès de soufre, mais pas d'acide pentathionique ni de sélénium. Le précipité, lavé, séché dans le vide et mouillé avec du sulfure de carbone, cristallise beaucoup plus vite que celui qu'on obtient dans l'acide sélénieux pur, et les paillettes cristallines qui se produisent, lavées d'abord avec un peu de sulfure de carbone, puis avec de la benzine, donnent un produit tout à fait semblable au sulfure orangé, sauf sa couleur, qui est rouge-brun foncé. C'est du sulfure de sélénium légèrement altéré à la surface, et qui a perdu une très-petite quantité de soufre, comme le montrent les nombres suivants, qui expriment sa composition :

	Calculé.	Trouvé.			
		I.	II.	III.	Moyenne.
Soufre........	28,72	28,49	28,00	28,20	28,23
Sélénium......	71,28	71,41	72,50	72,00	71,97
	100,00	99,90	100,50	100,20	100,20

» Lorsqu'on traite d'ailleurs le sulfure de sélénium pur et orangé par une dissolution de sulfure de potassium, il y prend rapidement la coloration brune foncée; elle tient, selon toute apparence, à ce que des traces de soufre, enlevées à la surface des cristaux, y font prédominer la couleur du sélénium que le sulfure de potassium ne dissout pas.

» Cette faible quantité de soufre enlevée suffit pour rendre le sulfure de sélénium plus attaquable par certains réactifs : ainsi, l'alcool absolu décompose en quelques jours les cristaux foncés; il les transforme en une poudre noire, dont la composition est la même, mais dans laquelle le soufre et le sélénium ne sont plus combinés. Le sulfure de carbone, la benzine peuvent, en effet, dissoudre tout le soufre qu'elle contient, en laissant un résidu noir impalpable de sélénium divisé, soluble dans le sulfure de carbone, et qui s'en dépose par l'évaporation en tables rouge-rubis, transparentes, semblables à celles décrites par Mitscherlich (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 30) (1).

(1) La décomposition du sulfure de sélénium orangé pur par l'acool absolu exige plusieurs semaines, mais elle s'effectue beaucoup plus rapidement si l'on y met une petite quantité de sulfure déjà altéré. Ce fait se rapproche de ceux que M. Gernez a découverts

» Si l'on traite directement par l'alcool absolu le précipité primitif, on obtient, au bout de quelque temps, une poudre amorphe noire, mélangée de petits cristaux jaunes et brillants; le sulfure de sélénium ne cristallise pas dans ces circonstances; tout le soufre se sépare en cristaux, que l'on peut enlever par ses dissolvants ordinaires, pendant que le sélénium reste sous la forme indiquée plus haut. Ainsi, le produit que l'on obtient en présence des liqueurs alcalines est toujours légèrement altéré et ne constitue pas le sulfure de sélénium pur.

» La potasse et la soude étendues attaquent à froid le sulfure de sélénium; sa couleur orangée devient rapidement brune foncée, et quand l'alcali est en excès, tout le soufre se dissout et le sélénium reste sous la forme d'une poudre noire amorphe.

» En étudiant de plus près quelques-unes des propriétés de ce corps, on voit que sa dilatation, sa chaleur spécifique sont sensiblement les moyennes de celles du soufre et du sélénium (1), tandis que sa densité à zéro n'est pas égale à la densité moyenne des éléments pris à cette température. Cette densité moyenne, lorsqu'on prend deux à deux les diverses variétés du sélénium et du soufre, est comprise entre les deux nombres $\Delta_1 = 3,2067$ (soufre prismatique et sélénium amorphe) et $\Delta_2 = 3,4866$ (soufre octaédrique et sélénium cristallisé) (2), tandis que la densité trouvée pour le sulfure est $D = 3,0566$. La combinaison des deux éléments s'est donc effectuée avec dilatation; le composé occupe un volume supérieur à la somme des volumes de ses éléments, et sa contraction négative est comprise entre les deux valeurs

$$C_1 = 1 - \frac{\Delta_1}{D} = -0,0493 \quad \text{et} \quad C_2 = 1 - \frac{\Delta_2}{D} = -0,1409.$$

La chaleur de contraction par équivalent, calculée à l'aide de ces nombres,

---

dans ses belles recherches sur les phénomènes de surfusion et de sursaturation; il dénote, en outre, une extrême instabilité du sulfure de sélénium, instabilité qui est en rapport direct avec les propriétés dont il va être question dans cette Note, et qui font de ce sulfure un corps explosif.

(1) Le coefficient de dilatation linéaire du soufre entre zéro et 40 degrés est, d'après M. Fizeau, 0,00006413; celui du sélénium, 0,00003680. La chaleur spécifique du soufre est, d'après M. Regnault, 0,202; celle du sélénium, 0,0745.

(2) La densité moyenne a été calculée un moyen des densités suivantes : soufre octaédrique, 2,07; soufre prismatique, 1,97; soufre amorphe, 2,046; — sélénium cristallisé, 4,801; sélénium amorphe, 4,282.

est comprise entre — 6050 calories (qui correspond à C_2) et — 2150 calories (qui correspond à C_4); la combinaison des éléments paraît donc s'être effectuée avec absorption de chaleur.

» Or, si l'on étudie comparativement les phénomènes calorifiques qui accompagnent l'oxydation par l'acide hypochloreux (1) du sulfure de sélénium d'une part, celle d'un mélange de soufre et de sélénium de l'autre (ces deux corps étant pris dans les proportions qui constituent le sulfure SeS), on trouve que les quantités de chaleur dégagées sont différentes; le sulfure de sélénium dégage par équivalent environ 10500 calories de plus qu'un mélange de soufre insoluble et de sélénium métallique, et 5500 de plus qu'un mélange de soufre prismatique et de sélénium vitreux (2); par conséquent, il appartient à la classe des corps explosifs. Comme la plupart des composés de cet ordre, il ne prend naissance que comme produit d'une réaction déterminante, (en regardant comme telle celle qui donne lieu au plus grand dégagement de chaleur), et qui est la formation de l'eau au moment de la décomposition réciproque de l'acide sulfhydrique et de l'acide sélénieux. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'union des alcools avec les bases; par* **M. Berthelot** (3).

INTRODUCTION.

« **1.** On sait que les bases ne s'unissent pas seulement aux acides, mais aussi aux alcools, aux phénols, aux aldéhydes et à divers autres principes oxygénés : j'ai entrepris l'étude comparée des phénomènes thermiques qui se manifestent dans ces diverses combinaisons. Le présent Mémoire est

---

(1) La dissolution employée renfermait par litre d'eau $447^{gr},9$ d'acide hypochloreux.

(2) Lorsqu'on prend deux à deux les diverses variétés de soufre et de sélénium, le premier mélange est celui qui dégage le moins de chaleur; le second, celui qui en fournit le plus.

L'oxydation du soufre par l'acide hypochloreux présente des difficultés considérables; elle est très-lente et s'accompagne toujours de la formation d'un chlorure de soufre qu'il est très-difficile de décomposer entièrement, même en faisant passer dans un second mouffle contenant de l'acide hypochloreux concentré les gaz qui se dégagent du premier, où se passe la réaction. Aussi je ne donne ces résultats numériques que comme des nombres approchés indiquant seulement le sens du phénomène, et non pas sa mesure exacte.

(3) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant de beaucoup, en étendue, les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

consacré spécialement aux réactions effectuées en présence d'une grande quantité d'eau.

» 2. J'ai choisi cette circonstance, parce que c'est celle qui fournit les caractères les plus généraux et les plus précis dans la réaction des acides sur les bases. En effet, les recherches de Hess, celles de M. Andrews principalement, et depuis celles de Graham et de MM. Favre et Silbermann ont établi que :

» La formation des sels neutres dissous, par l'union de divers acides étendus d'eau avec une même base, pareillement étendue d'eau, dégage à peu près la même quantité de chaleur (sous des poids équivalents); ladite quantité ne varie guère avec la dilution, dès que celle-ci est un peu notable. Enfin elle est à peu près la même pour les diverses bases solubles, unies avec un même acide.

» Ces lois ont été confirmées et précisées dans les dernières années par les travaux méthodiques de M. Thomsen, dont j'ai eu occasion de reconnaître la grande exactitude.

» 3. Les mêmes lois s'appliquent-elles aux combinaisons que les bases forment avec les alcools, les phénols, les aldéhydes? Quelle est la caractéristique véritable de ces combinaisons, au point de vue thermique? Enfin comment se comportent les acides à fonction mixte, les acides alcools en particulier, tels que l'acide lactique et l'acide salicylique? C'est ce que je vais examiner.

» Mais auparavant je demande la permission de donner quelques nouveaux détails sur les conditions de mes expériences, d'autant que ces conditions se retrouveront dans la suite des recherches que je me propose de publier.

» 4. J'ai opéré dans des calorimètres de platine, renfermant 600 centimètres cubes, 1 litre et jusqu'à $2^{lit},25$ de liquide : l'emploi de semblables volumes élimine une multitude d'erreurs et de corrections. Le calorimètre est placé dans un système d'enceintes concentriques, les unes revêtues de plaqué d'argent, les autres en fer-blanc : la plus extérieure, très-vaste, remplie d'eau plusieurs jours à l'avance, et revêtue de feutre, assure l'invariabilité de température du système extérieur pendant la durée de chaque expérience.

» 5. Les thermomètres étaient, les uns à échelle arbitraire et construits par Fastré, les autres à graduation centigrade et construits par Baudin; ils permettent de mesurer 1 demi-centième de degré. J'ai vérifié à plusieurs reprises, et tout récemment encore, les zéros et surtout la valeur absolue

du degré, laquelle est l'élément le plus délicat peut-être de ces déterminations.

» 6. Les liquides sur lesquels je me propose d'opérer renferment le plus souvent $\frac{1}{2}$ équivalent par litre, parfois $\frac{1}{4}$ d'équivalent (en grammes). Je désignerai les solutions à $\frac{1}{2}$ équivalent sous le nom de *solutions normales*. Ces liquides sont préparés en grandes masses et placés plusieurs jours à l'avance dans la pièce où se font les expériences, les uns auprès des autres, de façon à être amenés à des températures identiques, à 2 ou 3 centièmes de degré près. Cette précaution, déjà signalée par M. Marignac, augmente beaucoup la précision des expériences et facilite le calcul de la température moyenne des deux liquides que l'on va mélanger.

» 7. J'adopterai comme unité thermique la quantité de chaleur nécessaire pour élever de zéro à 1 degré 1 kilogramme d'eau.

» La précision des expériences est proportionnelle à la grandeur des variations thermométriques, c'est-à-dire qu'elle est plutôt absolue que relative. La plupart de mes résultats, calculés pour 1 équivalent et pour des solutions normales, peuvent être, je crois, regardés comme exacts au moins à $0^{cal},050$ près : j'en excepte les expériences faites sur des liqueurs plus diluées, dans lesquelles le nombre expérimental, étant multiplié par un coefficient plus fort, donne un résultat final moins exact.

Première Partie. — Alcools proprement dits.

» J'ai étudié l'alcool ordinaire, la glycérine et la mannite; j'y ajouterai quelques expériences sur la gomme.

I. — *Alcool ordinaire*, $C^4H^6O^2$.

» 1. Que l'alcool s'unisse aux bases, c'est ce qui est connu de tous les chimistes qui ont fait agir du sodium sur ce corps, ou qui y ont dissous de la potasse : j'ai isolé moi-même un alcoolate de baryte, $C^4H^5BaO^2$, parfaitement défini (1). Mais la moindre trace d'eau détruit cet alcoolate, en précipitant de l'hydrate de baryte. L'eau décompose également les alcoolates de potasse et de soude, non pas d'une manière intégrale et complète, mais progressive, comme le montrent la préparation de la potasse à l'alcool, et surtout la séparation d'un mélange liquide de potasse et d'alcool, fait dans des proportions convenables, en deux couches, l'une aqueuse, l'autre alcoolique, entre lesquelles la potasse se trouve partagée.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 180, et surtout *Bulletin de la Société Chimique*, 2e série, t. VIII, p. 389.

» 2. En présence d'un excès d'eau, la combinaison subsiste-t-elle ? Pour m'en assurer j'ai préparé une liqueur aqueuse renfermant 32 grammes d'alcool par litre et une liqueur aqueuse renfermant 17 grammes de potasse (KO) par litre. Le rapport était à peu près le suivant : $2C^4H^6O^2:KO$. Ces deux liqueurs, amenées séparément à la même température, puis mélangées à volumes égaux, ont donné lieu seulement à une variation de $+0^\circ,005$, c'est-à-dire négligeable, car elle représente la limite d'erreur de mes expériences.

» Ainsi la présence d'une quantité d'eau suffisante ($160H^2O^2$ environ pour $C^4H^6O^2$, après mélange) empêche à peu près complétement l'union de l'alcool ordinaire avec la potasse, celle-ci demeurant entièrement combinée avec l'eau, sans aucun partage sensiple. Cependant à ce même degré de dilution, les alcools polyatomiques manifestent encore leur affinité pour les alcalis, comme on va le montrer.

II. — *Glycérine*, $C^6H^8O^6$.

» 1. J'ai préparé une dissolution aqueuse normale, renfermant 46 grammes de glycérine ($\frac{1}{2}$ équivalent) par litre; et je l'ai mélangé à volumes égaux avec une dissolution normale renfermant, par litre, $\frac{1}{2}$ équivalent ($15^{gr},5$) de soude, NaO :

$$(C^6H^8O^6 + Aq) + (NaO + Aq) \quad \text{dégage} \quad +0^{cal},372.$$

» Il y a donc combinaison, au moins partielle, en présence de 215 ou plus simplement de 200 H^2O^2 environ.

» 2. J'ai étendu cette dissolution avec 5 fois son volume d'eau. Il y a eu absorption de chaleur, soit. . . . . $-0^{cal},363$.

» Cette absorption étant sensiblement égale au dégagement précédent, on peut en conclure que la dilution, dans le rapport de 200 à 1200 H^2O^2, a détruit complétement, ou à peu près, la combinaison de la glycérine avec la soude.

» 3. Ainsi la chaleur dégagée varie avec la proportion d'eau. Cette variation est encore mise en évidence par les chiffres suivants. Une solution renfermant 100 grammes de glycérine par litre, c'est-à-dire 2 fois aussi concentrée que la précédente, a été mêlée avec la solution normale de soude, dans le rapport des équivalents

$$(C^6H^8O^6 + Aq') + (NaO + Aq) \quad \text{a dégagé} \quad +0^{cal},529,$$

près de moitié plus que ci-dessus.

4. Un deuxième équivalent de glycérine (même solution), ajouté à la liqueur précédente, a dégagé (1). . . . . $+ 0^{cal},135$; une nouvelle proportion de glycérine a dégagé encore de la chaleur, en quantité moindre à la vérité.

» On voit, par ces nombres, que la chaleur dégagée s'accroît avec la quantité de glycérine, mise en présence d'un seul équivalent de soude, mais sans être proportionnelle au poids de la glycérine.

» 5. La présence d'un excès de soude paraît également donner lieu à un accroissement de chaleur. Car la solution de glycérine ci-dessus (au dixième), mêlée avec un volume double de la même solution de soude,

$$(C^6H^8O^6 + Aq') + 2(NaO + Aq), \quad \text{a dégagé} \quad + 0^{cal},593$$

au lieu de $+ 0^{cal},529$.

» En résumé :

» 1° La réaction de la glycérine sur les alcalis donne lieu à un dégagement de chaleur; avec des solutions normales ($\frac{1}{2}$ équivalent par litre), ce dégagement ne surpasse pas le quarantième de la chaleur dégagée par l'union d'un acide avec une base.

» 2° Il croît, soit avec le nombre d'équivalents de glycérine pour 1 équivalent de soude, soit avec le nombre d'équivalents de soude pour 1 équivalent de glycérine; mais sans être proportionnel ni à la soude, ni à la glycérine.

» 3° Il diminue, à mesure que la dilution s'accroît et il finit par s'annuler en présence de $1200 H^2O^2$. En effet, la combinaison opérée dans une liqueur plus concentrée se détruit par une addition d'eau convenable, avec absorption de chaleur.

» Ces divers phénomènes, ce partage continu de la base entre l'alcool et l'eau, mis en opposition, peuvent être regardés comme caractérisant en général, et aux valeurs numériques près, la combinaison des bases avec les alcools; ils contrastent avec les caractères de la combinaison des bases et des acides proprement dits; car les sels neutres véritables qui résultent de cette dernière union sont constitués dans des proportions fixes et ils subsistent, quelle que soit la quantité mise en présence.

---

(1) Ces dégagements ne sont pas dus, du moins en totalité, à la réaction de l'eau sur la solution de glycérine. Car la même solution, additionnée de son volume d'eau, a dégagé seulement $+ 0,040$.

III. — *Mannite*, $C^{12}H^{14}O^{12}$.

» **1.** Il m'a paru intéressant de soumettre à une étude pareille la mannite, en raison de son caractère d'alcool hexatomique et de son analogie avec les sucres proprement dits. J'ai préparé une solution normale de mannite (91^{gr} par 1^{lit}). Quoique fort concentrée, cette solution, étendue avec 5 fois son volume d'eau, ne donne lieu à aucun phénomène thermique appréciable, ce qui exclut l'influence de sa dilution dans les expériences suivantes.

» En mêlant à volumes égaux les solutions normales de mannite et de soude, on trouve que la réaction

$$(C^{12}H^{14}O^{12} + Aq) + (NaO + Aq) \quad \text{dégage} \quad +1^{cal},107.$$

Ce nombre est triple du chiffre relatif à la glycérine, pour le même état de dilution; mais il n'est que la douzième partie des chiffres relatifs aux acides véritables.

» **2.** Une différence non moins marquée s'observe en ajoutant l'alcali par fractions successives :

$(C^{12}H^{14}O^{12} + Aq) + \frac{1}{2}(NaO + Aq)$	dégage.......	$+0,696$
$\frac{1}{2}(NaO + Aq)$	»	$+0,372$
Soit pour......... $(NaO + Aq)$	»	$+1,058$

valeur concordante avec la précédente.

L'addition de..... $\frac{1}{2}(NaO + Aq)$	dégage.......	$+0,151$
	En tout...............	$+1,209$

» Ces nombres montrent que la chaleur dégagée ne croît pas proportionnellement au poids de la soude, même pour les fractions successives du premier équivalent : résultat opposé à celui que l'on observe avec un acide véritable, mais dans lequel l'accroissement graduel de la masse de l'eau par rapport à la mannite doit jouer un certain rôle.

» **3.** En effet, la combinaison de la mannite avec la soude est détruite par l'addition d'une grande quantité d'eau. La liqueur précédente, laquelle renferme 1 équivalent de mannite pour $1\frac{1}{2}NaO$, ayant été additionnée de 5 fois son volume d'eau, a donné lieu à une absorption de $-1,430$; ce chiffre peut être regardé comme identique à $+1,209$ dans les limites d'erreur des expériences (1).

(1) Les variations thermométriques observées dans une expérience de dilution, telle que

» 4. La potasse et la soude, en s'unissant avec 1 équivalent d'un même acide, donnent lieu à peu près au même dégagement de chaleur. En est-il de même avec les alcools? Voici la réponse expérimentale.

» La solution, renfermant $\frac{1}{2}$ équivalent de mannite par litre, a été mêlée, à volume égal, avec une solution semblable de potasse :

$$(C^{12}H^{14}O^{12} + Aq) + (KO + Aq).$$

» Cette réaction a dégagé $+1^{cal},145$. C'est le même chiffre sensiblement que la soude, au même degré de concentration.

» La liqueur ci-dessus, étendue de 5 volumes d'eau, a donné lieu à une absorption de $-0,950$, c'est-à-dire que la combinaison de mannite et de potasse a été décomposée presque complétement.

» 5. J'ai également étudié l'union de la mannite avec la chaux. La solution normale de mannite (91 grammes par litre) a été étendue avec son volume d'eau pour la ramener aux mêmes rapports entre la mannite et l'eau que dans la réaction de la soude; puis, je l'ai agitée avec un excès d'hydrate de chaux. Il s'est dissous un peu plus d'un tiers d'équivalent de chaux par équivalent de mannite ($10^{gr},8$ pour 182); et la chaleur dégagée a été, pour 1 équivalent de mannite. . . . . $+1^{cal},239$

» Mais il faut en déduire la chaleur dégagée par la dissolution de la chaux. Or j'ai trouvé que 1 équivalent de chaux (28 grammes), sous forme d'hydrate préalablement préparé, dégage, en se dissolvant dans l'eau pour former une solution saturée . . . . $+1^{cal},500$
Cette solution, étendue avec son volume d'eau, dégage encore de la chaleur. . . . . $+0^{cal},600$ environ.
L'hydrate de chaux se comporte donc avec l'eau comme les hydrates de potasse et de soude.

» En admettant un chiffre proportionnel à 1,500 pour les $10^{gr},8$ de chaux entrés en dissolution, on trouve que 1 équivalent de chaux, supposée dis-

---

celle-ci, sont multipliées par un coefficient 6 fois aussi grand que les variations obtenues dans l'expérience faite avec une solution normale; ce qui porte l'erreur probable de 0,050 à 0,300.

En outre, la dilution des solutions de soude employées par 5 fois leur volume d'eau donne lieu à une absorption de chaleur très-sensible : $-0,200$ par équivalent; valeur un peu incertaine comme nombre absolu.

La dilution semblable d'une solution de potasse équivalente n'a fourni aucun résultat thermique appréciable.

soute à l'avance, dégagerait, par son union avec la mannite. . . $1^{cal},467$, valeur qui ne diffère pas beaucoup des nombres 1,107 et 1,145 trouvés respectivement pour la soude et la potasse, en présence de la même quantité d'eau.

» Or les mannitates de soude et de potasse, dissous dans la même quantité d'eau, doivent posséder, suivant toute vraisemblance, une constitution pareille à celle du mannitate de chaux; s'il en est ainsi, un tiers environ de chacun de ces alcalis demeure combiné à la mannite dans la liqueur, les deux autres tiers en étant séparés par l'action décomposante de l'eau. La seule différence entre les trois alcalis serait donc que la potasse et la soude en excès, étant solubles, demeurent dissous et en présence du mannitate; tandis que l'hydrate de chaux en excès demeure insoluble et séparé du mannitate correspondant. La presque identité des trois dégagements de chaleur vient à l'appui de ces interprétations.

» De même que les mannitates alcalins, le mannitate de chaux absorbe de la chaleur, c'est-à-dire se décompose graduellement, lorsqu'on l'étend d'eau. Aussi la réaction de l'eau de chaux sur la mannite dégage-t-elle bien moins de chaleur que celle de l'hydrate de chaux, l'eau de chaux apportant avec elle un volume d'eau beaucoup plus considérable.

» Ce sont là des conséquences des relations générales que j'expose dans ce Mémoire : je les ai vérifiées par expérience.

» En résumé, le résultat essentiel de mes observations sur la mannite, c'est l'équivalence thermique des diverses bases solubles à l'égard d'un même alcool, comme à l'égard d'un même acide. La complication qui naît de la décomposition exercée par l'eau sur les alcoolates est écartée par l'emploi de proportions d'eau équivalentes. En d'autres termes, un même travail, traduit par une même quantité de chaleur, paraît être accompli, et un même équilibre tend à s'établir entre un nombre déterminé de molécules d'eau, d'un alcool donné et d'une base soluble quelconque.

» Ces lois et celles que j'ai déjà énoncées plus haut en parlant de la glycérine sont analogues de tout point avec les lois observées dans la combinaison de divers acides et d'un même alcool. Que les alcools s'unissent aux acides pour former des éthers, ou bien qu'ils s'associent aux bases pour former des alcoolates, dans un cas comme dans l'autre, la proportion qui règle la combinaison dépend de la masse chimique de l'eau mise en présence, laquelle tend à contracter combinaison pour son propre compte avec l'alcool et avec l'alcali, séparément. Au contraire, la combinaison réciproque des acides et des bases alcalines pour former des sels neutres

n'est guère influencée par la quantité d'eau mise en présence. Ce sont là des résultats d'une haute importance et qui ne pourraient guère être étudiés dans l'état de dissolution, sans le secours des méthodes thermiques.

» A la vérité, l'équilibre des réactions éthérées n'atteint sa limite définitive qu'au bout d'un temps plus ou moins considérable; tandis que la formation et la décomposition des alcoolates en présence de l'eau s'opèrent instantanément. Malgré cette différence, la combinaison des alcools, soit avec les acides, soit avec les bases, en présence de l'eau, obéit aux lois d'une statique chimique pareille, moins simple, mais plus générale que celle qui préside à la formation des sels neutres.

IV. — *Gomme.*

» 1. J'ai fait quelques expériences sur les dissolutions de gomme, dans le but d'éclairer le rôle chimique véritable de cette substance. Ces expériences tendent à l'assimiler aux alcools polyatomiques [polyglucosides (1)].

» 300 centimètres cubes d'une dissolution aqueuse renfermant un dixième de gomme ont été mélangés avec 134 centimètres cubes d'une solution de soude (15,5 par litre).

	cal
La chaleur dégagée s'est élevée à....................	+0,132
L'addition de 137 centimètres cubes de soude a dégagé..	+0,029
Enfin l'addition de 69 centimètres cubes de soude a donné.	+0,006
	+0,167

» Ces nombres ne diffèrent pas beaucoup de ceux que l'on obtiendrait en remplaçant la gomme par la mannite.

» La liqueur obtenue en dernier lieu a été étendue avec 5 volumes d'eau, ce qui a donné lieu à une absorption de........ —0,174, c'est-à-dire une décomposition sensiblement totale.

» La combinaison de la gomme avec la soude en présence de l'eau offre donc les mêmes caractères généraux que celle de la mannite.

DEUXIÈME PARTIE. — PHÉNOLS.

« J'ai étudié spécialement le phénol ordinaire et son dérivé trinitré, autrement dit *acide picrique*.

---

(1) *Voir* mes *Leçons sur les alcools polyatomiques* professées devant la Société Chimique de Paris en 1862.

I. — *Phénol ordinaire*, $C^{12}H^6O^2$.

» 1. 100 parties d'eau dissolvent 1 partie de phénol cristallisé et même davantage. La dissolution, opérée sur du phénol en gros cristaux lamelleux, a absorbé :

Pour $C^{12}H^6O^2$ (94^{gr})................	— 2,130
Dans une autre expérience..........	— 2,040
Moyenne................	— 2,075

» C'est cette solution au centième environ que j'ai fait agir sur les bases.

» 2. *Phénate de soude.* — La dissolution de soude équivalente occupait un volume dix fois moindre. J'opérais sur un demi-litre de liqueur et quelquefois sur 1 litre.

» La réaction à équivalents égaux :

$$(C^{12}H^6O^2 + Aq) + (NaO, Aq), \quad \text{dégage} \quad +7,34;$$

» Avec 2 équivalents de phénol pour 1 de soude :

$$2(C^{12}H^6O^2 + Aq) + (NaO, Aq), \quad \text{dégage} \quad +7,42;$$

» Avec 1 équivalent de phénol pour $1\frac{1}{2}$ de soude :

$$(C^{12}H^6O^2 + Aq) + 1\tfrac{1}{2}(NaO, Aq), \quad \text{dégage} \quad +7,46;$$

» Enfin, la dissolution de phénol 4 fois aussi étendue environ :

$$(C^{12}H^6O^2 + \tfrac{68}{18}Aq) + (NaO, Aq), \quad \text{dégage} \quad +7,39.$$

» Ces nombres peuvent être regardés comme identiques, dans les limites d'erreurs des expériences.

» Ils montrent que le phénate de soude prend naissance, à équivalents égaux, dans les dissolutions, sans qu'il y ait formation de composé acide ou basique. La chaleur dégagée dépend peu ou point de la quantité d'eau.

» Le phénol se comporte donc comme un acide véritable, et non comme un alcool ordinaire, à l'égard des alcalis dissous. Les propriétés thermiques des phénates alcalins viennent donc établir un nouveau caractère spécifique du phénol, en harmonie avec les propriétés déjà connues de cette substance.

» La principale différence entre le phénol et les acides chlorhydrique et analogues consiste dans la quantité de chaleur dégagée, laquelle n'est guère que la moitié de la chaleur de neutralisation des acides proprement dits.

» 3. *Phénate de potasse.* — Les autres bases alcalines fournissent la même quantité de chaleur que la soude, ou des chiffres très-voisins, en saturant le

phénol. Le phénol lamelleux dissous dans la potasse étendue,

$$C^{12}H^6O^2 + (KO + Aq), \quad \text{dégage} \quad + 5,44.$$

En tenant compte de la chaleur absorbée dans la dissolution du phénol (— 2,07), on trouve, pour la réaction du phénol dissous,

$$(C^{12}H^6O^2 + Aq) + (KO + Aq), \ldots + 7,51.$$

» La saturation effectuée par des fractions successives de potasse inférieures à 1 équivalent a dégagé des quantités de chaleur proportionnelles au poids de la potasse, conformément à ce qui a été signalé pour la soude.

» Réciproquement, le phénate de potasse décomposé par l'acide chlorhydrique a donné lieu à un dégagement de chaleur égal à + 6,10. En retranchant ce nombre de la chaleur de neutralisation de l'acide chlorhydrique par la potasse (13,59 dans mes récentes expériences), on trouve que l'union du phénol avec la potasse a dû dégager + 7,49 : résultat concordant avec le précédent.

» J'ai encore étudié la formation du phénate de potasse solide dans une série spéciale d'expériences. Cette formation, rapportée au phénol lamelleux et à la potasse étendue,

$$C^{12}H^6O^2 + (KO + Aq) = (C^{12}H^5KO^2 \text{ solide}) + Aq,$$

dégage environ + 3,85.

4. *Phénol ammoniacal.* — La formation de ce composé donne lieu à des phénomènes tout spéciaux. En effet, la réaction entre le phénol (solution voisine du centième) et l'ammoniaque dissoute (11gr,75 par litre),

$$(C^{12}H^6O^2 + Aq) + (AzH^3 + Aq),$$

a dégagé + 2,0; c'est-à-dire moins du tiers de la chaleur de saturation, qui correspond aux alcalis fixes.

» J'ai retrouvé le même chiffre, ou à peu près, en décomposant par l'acide chlorhydrique le phénate d'ammoniaque récemment préparé.

» La dissolution précédente de phénate d'ammoniaque absorbe de la chaleur, c'est-à-dire se décompose, lorsqu'on l'étend d'eau. En la mêlant avec 5 volumes d'eau, j'ai trouvé une absorption de — 50; mais je n'insiste pas sur la valeur absolue de ce chiffre, en raison de la très-petite différence thermométrique qui a servi à le calculer. Elle prouve en tout cas que la décomposition totale exigerait une masse d'eau extrêmement considérable.

» Ce n'est pas tout : le dégagement de chaleur produit par la réaction

du phénol sur l'ammoniaque n'a pas lieu proportionnellement au poids de l'ammoniaque, les premières portions dégageant plus que les dernières, et le dégagement se poursuivant bien au-delà de 1 équivalent, comme le montre la série suivante :

$(C^{12}H^6O^2 + Aq)$	$+ 0,4$	$(AzH^3 + Aq)$ dégage........	$+1,27$
»	$+ 0,4$	»	$+0,53$
»	$+ 0,4$	»	$+0,38$
»	$+ 0,4$	»	$+0,34$
»	$+ 0,4$	»	$+0,18$
	$+ 2,0$		$+2,70$

Ces phénomènes résultent-ils de quelque combinaison spéciale entre le phénol et l'ammoniaque, combinaison qui se compléterait sous l'influence du temps à la façon des amides? Pour m'en assurer, j'ai pris la dissolution du phénate d'ammoniaque avec excès d'ammoniaque qui vient d'être signalée, je l'ai conservée dans un flacon fermé pendant six semaines, puis je l'ai traitée par l'acide chlorhydrique. La quantité de chaleur dégagée, étant retranchée de la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque formé, a donné le nombre + 2,66, identique, ou sensiblement, avec 2,70. L'état de combinaison du phénol et de l'ammoniaque en présence de l'eau ne s'était donc pas modifié sensiblement avec le temps, quoique la liqueur se fût colorée en bleu.

» L'anomalie thermique du phénate d'ammoniaque me paraît due à ce que ce sel est décomposé partiellement en présence de l'eau; elle se retrouve d'ailleurs dans l'histoire du carbonate d'ammoniaque et de divers autres sels ammoniacaux, comme je le montrerai très-prochainement.

» 5. *Phénate de chaux.* — La saturation réciproque du phénol dissous et de l'eau de chaux,

$$(C^{12}H^6O^2 + Aq) + (CaO + Aq),\quad \text{a dégagé}\quad + 7,30\quad \text{et}\quad + 7,53;$$

ce dégagement n'augmente pas en présence d'un excès d'alcali.

» 6. *Phénate de baryte.*

$$(C^{12}H^6O^2 + Aq) + (BaO + Aq)\quad \text{dégage}\quad + 7,48.$$

La saturation faite en ajoutant la baryte par tiers d'équivalent a fourni :

1er tiers..............................	2,50
2e tiers..............................	2,53
3e tiers..............................	2,45

c'est-à-dire des valeurs proportionnelles au poids de la baryte.

» J'ai cru utile de vérifier si les phénates alcalins dégagent dès le premier moment de leur formation la totalité de leur chaleur de combinaison. A cet effet, j'ai conservé pendant six semaines la solution précédente de phénate de baryte, puis je l'ai décomposée par l'acide chlorhydrique. La chaleur dégagée a été trouvée égale à + 6,35; en ajoutant ce nombre à 7,48, on trouve 13,83, qui doit représenter la neutralisation de la baryte dissoute par l'acide chlorhydrique : or M. Thomsen a donné 13,91. La réaction du phénol sur les alcalis est donc complète tout d'abord.

» En résumé, la potasse, la soude, la chaux, la baryte, dissoutes, dégagent sensiblement les mêmes quantités de chaleur en s'unissant au phénol, et ces quantités ne varient guère avec la proportion d'eau mise en présence. Ce sont là de nouveaux traits de rapprochement entre le phénol et les acides véritables. Mais le phénol s'en écarte, parce que la chaleur dégagée n'est guère que la moitié de celle qui répond aux acides.

II. — *Phénol trinitré (acide picrique)*, $C^{12}H^{3}(AzO^{4})^{3}O^{2}$.

» 1. Le phénol, en se changeant en phénol trinitré, prend d'une manière plus complète et sans réserve tous les caractères d'un acide véritable. Cette conclusion, déduite des faits purement chimiques, est confirmée par les expériences thermiques. En effet, l'acide picrique dissous ($7^{gr},5$ à $9^{gr},5$ par litre) a dégagé les quantités de chaleur suivantes, à équivalents égaux :

Soude	13,8

» L'addition d'un deuxième équivalent de soude n'a produit aucun effet thermique appréciable.

Potasse	13,7
Ammoniaque	12,7

» Ces dernières expériences ont été faites avec des liqueurs quatre fois plus étendues, de façon à maintenir les picrates de potasse et d'ammoniaque en dissolution.

» L'ammoniaque, ajoutée par tiers d'équivalent, a dégagé

1er tiers	4,24
2e tiers	4,20
3e tiers	4,27
4e tiers	0,00
	12,71

c'est-à-dire des quantités de chaleur proportionnelles aux quantités d'am-

moniaque employées, jusqu'à 1 équivalent inclusivement : ce qui exclut la formation d'un sel acide, celle d'un sel basique, ainsi que la décomposition partielle du picrate d'ammoniaque par l'eau.

» Observons enfin que toutes ces quantités sont à peu près les mêmes pour l'acide picrique que pour les acides chlorhydrique et azotique.

» 2. Un tel rapprochement est confirmé par les réactions suivantes :

» Le picrate de soude, dissous dans 100 parties d'eau (1) et mélangé avec une solution étendue d'acide chlorhydrique en proportion équivalente,

$$(C^{12}H^2NaX^3O^2 + Aq) + (HCl + Aq),$$

a dégagé $+0,22$.

» La réaction inverse, en présence de la même quantité d'eau,

$$(C^{12}H^3X^3O^2 + Aq) + (NaCl + Aq),$$

a absorbé $-0,07$.

» La somme algébrique de ces deux quantités :

$$0,22 + 0,07 = 0,29,$$

représente, d'après un théorème général dû à M. Thomsen, la différence entre les chaleurs de neutralisation des acides chlorhydrique et picrique. Or j'ai trouvé 13,69 pour la neutralisation de la soude par l'acide chlorhydrique : l'acide picrique donnerait donc 13,40.

» Ce nombre se confond avec la valeur 13,8, trouvée plus haut, du moins dans les limites d'erreur des expériences et surtout à cause de la grande dilution des solutions picriques. L'observation prouve donc que l'acide picrique ne s'écarte pas des acides proprement dits au point de vue thermique.

» 3. Les nombres précédents représentent la chaleur de neutralisation de l'acide picrique dissous. Avec l'acide solide, on a des nombres plus faibles nécessairement, parce que l'acide solide absorbe de la chaleur en se dissolvant. Les expériences faites avec la soude et avec l'ammoniaque ont donné $-7,00$ environ pour la chaleur de dissolution de l'acide picrique.

» 4. Enfin, j'ai déterminé la chaleur dégagée lorsqu'on mélange les dissolutions d'azotate de potasse (50 grammes par 1 litre) et de picrate de soude (52 grammes par 1 litre), à volumes équivalents, ce qui donne lieu

---

(1) Cette dissolution absorbe $-6,44$ pour 1 équivalent de picrate de soude sec.

à la précipitation du picrate de potasse :

$$(C^{12}H^2NaX^3O^2 + Aq) + (AzO^6K + Aq)$$

dégage + 10,0, en supposant tout le picrate précipité (1). J'ai montré ailleurs (2) comment les nombres ci-dessus expliquent les décompositions inverses de l'azotate de potasse par l'acide picrique, et du picrate de potasse par l'acide azotique, suivant la concentration.

» 5. La précipitation du picrate d'ammoniaque, par la réaction semblable du picrate de soude sur l'azotate d'ammoniaque, dégage + 8,70 pour 1 équivalent de picrate d'ammoniaque réellement précipité.

» En résumé, le phénol trinitré se comporte comme un acide véritable au point de vue thermique : l'introduction du résidu nitrique dans la molécule du phénol n'est donc pas une simple substitution, incapable de modifier la fonction chimique du corps générateur.

TROISIÈME PARTIE. — ALDÉHYDES.

» J'ai étudié seulement l'*aldéhyde ordinaire*. J'ai dissous un poids connu d'aldéhyde très-pur, $7^{gr},3$ dans 300 centimètres cubes d'eau ; puis j'ai mêlé la liqueur avec 300 centimètres cubes d'une solution de soude équivalente, laquelle contenait $\frac{1}{2}$ équivalent par litre. Plusieurs réactions se succèdent ici :

1° L'aldéhyde, en se dissolvant dans l'eau, dégage une grande quantité de chaleur,

$$C^4H^4O^2 + Aq :$$

1re expérience	+ 3,53
2e expérience	+ 3,71
Moyenne	+ 3,62

Ce dégagement lui-même semble avoir lieu en deux temps : une première réaction, presque instantanée, dégage les $\frac{3}{4}$ de la chaleur ; le dernier quart continue à se dégager pendant quelques minutes. Sans nous arrêter à ces détails, la chaleur dégagée par la réaction de l'aldéhyde sur l'eau surpasse de beaucoup celle qui répond au simple mélange de deux liquides sans action chimique notable l'un sur l'autre, tels que l'eau et l'alcool ou l'acide acétique. Il est évident qu'il y a là formation d'un composé particulier, sans

(1) Le chiffre brut est 9,0 ; mais un neuvième environ du picrate de potasse demeurait dissous dans mon expérience.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 124.

doute un hydrate d'aldéhyde, $C^4H^4O^2 + H^2O^2$, comparable à l'hydrate de chloral.

2° La solution de soude mêlée avec la solution d'aldéhyde, à équivalents égaux, donne lieu à un nouveau dégagement de chaleur,

$$(C^4H^4O^2 + Aq) + (NaO + Aq) :$$

1re expérience	+ 4,262
2e expérience	+ 4,390
Moyenne	+ 4,326

Ce dégagement de chaleur s'effectue encore en deux temps bien marqués : une première action, presque instantanée, dégage un peu plus de moitié (2,67 sur 4,26 et 2,46 sur 4,39 dans les expériences ci-dessus) de la chaleur totale; puis le dégagement se complète pendant les quatre ou cinq minutes suivantes, et la température devient à peu près stationnaire. A ce moment, il convient d'arrêter l'expérience; car elle est suivie par un troisième dégagement de chaleur, excessivement lent, et qui me semble dû, au moins en partie, à l'absorption de l'oxygène atmosphérique par la liqueur : celle-ci se colore en même temps et jaunit de plus en plus.

» En écartant ces derniers phénomènes, qui appartiennent à un ordre tout différent, on voit que l'action de l'aldéhyde sur la soude donne lieu à un dégagement de chaleur très-notable, le tiers environ de celui qui répond à l'action des acides. Il l'emporte de beaucoup sur la chaleur dégagée par les alcools proprement dits. Cependant le composé présente le même caractère d'être défait, au moins en partie, par la dilution. En effet, la dissolution précédente, étendue avec 5 fois son volume d'eau, absorbe .... — 1,51 pour $C^4H^4O^2$.

» On voit que l'aldéhyde, dans sa réaction sur les alcalis, participe à la fois des alcools et des acides; mais en donnant lieu à des phénomènes tout à fait spéciaux au point de vue de sa combinaison avec l'eau et de la succession des dégagements de chaleur.

Quatrième Partie. — Acides a fonction mixte.

» J'ai étudié les acides salicylique, lactique et tartrique.

I. *Acide salicylique.*

» 1. Cet acide peut être regardé comme un type : c'est à la fois un acide monobasique et un acide-alcool.

» A ce double titre, il donne naissance à deux séries de composés, et notamment à deux séries de sels, les uns monobasiques, les autres bibasiques. Étudions la formation de ces sels au point de vue thermique.

» J'ai d'abord opéré sur l'acide dissous. Malheureusement, il est si peu soluble que j'ai dû employer des liqueurs renfermant seulement 1 gramme d'acide par litre.

» La réaction de la soude à équivalents égaux,

$$(C^{14}H^6O^6 + Aq) + (NaO + Aq),$$

a dégagé 14,6;
valeur qui comporte une erreur possible d'un dixième, à cause de la petitesse des différences thermométriques dont elle est déduite. Dans ces limites, elle s'accorde avec la chaleur de neutralisation des acides proprement dits.

» L'addition d'un second équivalent de soude à la liqueur n'a donné lieu à aucun effet thermique appréciable.

» 2. Mais il n'en est ainsi qu'à cause de l'extrême dilution des liqueurs. En effet, j'ai pris un certain volume d'une solution de soude renfermant $\frac{1}{2}$ équivalent par litre; et j'y ai dissous une proportion équivalente (20gr,7) d'acide salicylique cristallisé. La réaction,

$$C^4H^6O^6 \text{ (cristallisé)} + (NaO + Aq),$$

a dégagé. . . . . + 5,27 (1).

» J'ai ajouté un deuxième équivalent de soude (même dissolution), ce qui a dégagé. . . . . r . . . . + 2,00.

» Ce chiffre répond à la combinaison de la soude et du salicylate neutre de soude, avec formation de salicylate bibasique, en présence de $220H^2O^2$ environ,

$$(C^{14}H^5NaO^6 + Aq) + (NaO + Aq) = (C^{14}H^4Na^2O^6 + Aq).$$

Mais il varie avec la quantité d'eau. En effet, le salicylate bibasique est détruit par la dilution. La liqueur précédente, étendue avec 5 fois son volume d'eau, absorbe . . . . — 2,05.
C'est à peu près la chaleur dégagée dans la combinaison du second équivalent de soude.

» L'union des 2 équivalents de soude avec l'acide salicylique a donc lieu à titre différent; l'un des équivalents étant combiné au titre acide, c'est-

---

(1) La chaleur de dissolution de l'acide salicylique est donc voisine de —8,0 à —9,0.

à-dire d'une manière indépendante de la quantité d'eau mise en présence; tandis que l'autre équivalent est combiné au titre alcoolique, c'est-à-dire que la combinaison est décomposée par la présence d'un excès d'eau.

» Les caractères prévus d'un acide-alcool se retrouvent donc dans l'étude thermique de l'acide salicylique. Toutefois il est digne d'intérêt que cet acide s'écarte à ce point de vue du phénol, auquel les analogies tendraient à l'assimiler davantage.

II. — *Acide lactique*, $C^6H^6O^6$.

« Un équivalent d'acide lactique (90 grammes) a été dissous dans 2 litres d'eau. Une partie de la liqueur, mêlée avec une solution qui contenait de même un $\frac{1}{2}$ équivalent de soude par litre, a fourni les résultats suivants :

$(C^6H^6O^6 + Aq) + \frac{1}{2}(NaO + Aq)$	+ 6,81
$+ \frac{1}{2}(NaO + Aq)$	+ 6,52
Soit, pour équivalents égaux, le total...	+13,33

» Une autre expérience a donné. . . . . +13,44. C'est le même nombre à peu près que pour les acides chlorhydrique, azotique, etc.

» L'addition de $1(NaO + Aq)$ au lactate neutre précédemment formé a dégagé. . . . . +0,21.

» Cette dernière liqueur, étendue de 5 volumes d'eau, donne lieu à une absorption de chaleur : environ. . . . . —0,7.

» Il résulte de ces chiffres que le caractère alcoolique de l'acide lactique est encore manifesté dans son union avec les bases, même en présence de $300H^2O^2$; mais il ne répond qu'à une combinaison à peine ébauchée. L'acide lactique se comporte à cet égard comme l'alcool ordinaire.

III. — *Acide tartrique*, $C^8H^6O^{12}$.

» Mêmes remarques que pour l'acide tartrique, auquel on s'accorde à attribuer le caractère d'un alcool diatomique.

» Cependant le tartrate neutre de soude dissous dans l'eau (87 grammes ou $\frac{1}{2} C^8H^4Na^2O^{12}$ par litre), et mélangé avec 1 équivalent de soude (15,5 par litre),

$$(C^8H^4Na^2O^{12} + Aq) + (NaO + Aq),$$

a absorbé. . . . . —0,05 dans mes expériences.

» Comme la même solution de tartrate absorbe. . . . . —0,35

lorsqu'on l'étend avec son volume d'eau, on voit que l'union du tartrate neutre et de la soude doit dégager un peu de chaleur. . + 0,3 environ, quantité si faible qu'il est permis d'en discuter la véritable signification.

» En résumé, les acides à fonction mixte peuvent manifester leur double fonction par les caractères thermiques de leur réaction sur les bases : le caractère acide se montre dans tous les cas par un dégagement de chaleur proportionnel au nombre d'équivalents de base qui forment le véritable sel neutre, et indépendant de la quantité d'eau mise en présence. Au contraire, le caractère alcoolique se manifeste surtout par la réaction des bases dans les liqueurs très-concentrées, réaction dont les effets thermiques décroissent rapidement, à mesure que l'on étend d'eau ces liqueurs, et cessent de se manifester dès que la dilution est un peu considérable.

» Ces mêmes phénomènes, cette même diversité se retrouvent jusqu'à un certain point dans l'étude des acides minéraux. Par exemple, l'acide sulfhydrique se comporte, en présence de l'eau et des bases, comme un acide monobasique, H^2S^2, dont les sels neutres, HMS^2, seraient représentés dans les dissolutions par les sulfhydrates de sulfures. Cette relation intéressante a été établie par M. Thomsen, dans les derniers temps, par la discussion des phénomènes thermiques développés dans la réaction des bases par l'acide sulfhydrique : la soude, par exemple, ne dégage pour ainsi dire pas de chaleur, en agissant sur le sulfhydrate de sulfure de sodium étendu. Elle n'en dégage pas plus qu'en agissant sur le salicylate de soude étendu, dans mes expériences; et cependant on peut obtenir un sulfure bibasique, Na^2S^2, dans des liqueurs suffisamment concentrées, précisément comme on obtient un salicylate bibasique, $C^{14}H^4Na^2O^6$. On ne saurait contester, à mon avis, qu'il y a parallélisme entre ces deux ordres de réactions, c'est-à-dire que l'acide sulfhydriqne se comporte comme un acide à fonction mixte, au même titre que l'acide salicylique. On pourrait citer d'autres exemples de ces analogies entre les acides organiques à fonction complexe et les acides minéraux. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Les feuilles des plantes peuvent-elles absorber l'eau liquide?* Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Cette question a fixé depuis longtemps l'attention des physiologistes. Des expériences de Mariotte, de Hales et de Bonnet semblent devoir faire

admettre que cette absorption est possible. Les physiologistes modernes, de Candolle, Tréviranus, Meyer, au contraire, ont constaté ou nié cette propriété des feuilles. Enfin M. Duchartre a publié dans ces derniers temps une série de Mémoires sur cette importante question (1).

» Ce savant a recherché, au moyen de la balance, si un végétal cultivé en pot augmente de poids après avoir reçu la rosée d'une nuit d'été, l'eau qui recouvrait ses feuilles étant préalablement enlevée avec soin. M. Duchartre conclut de ses dernières recherches que les feuilles n'absorbent ni la vapeur d'eau ni l'eau liquide qui les mouille.

» J'ai été amené, de mon côté, à m'occuper de cette question si controversée, et je crois avoir apporté une plus grande précision dans ce genre d'expériences, par l'emploi d'un appareil simple qui permet de mesurer directement la quantité d'eau absorbée. J'évite ainsi l'emploi de la balance dont les déterminations peuvent être viciées par le dégagement de l'oxygène, de l'acide carbonique, par la transpiration et par beaucoup d'autres causes dont il est difficile de se rendre maître. L'appareil que j'emploie est une éprouvette à double tubulure. Je fais pénétrer par l'orifice supérieur une branche de végétal, et, au moyen d'un bouchon de caoutchouc et d'un mastic facilement fusible, je rends la fermeture parfaitement étanche. L'éprouvette étant remplie d'eau, je fixe à l'orifice inférieur, un tube de verre de petit diamètre qui fait l'office d'un véritable manomètre. On comprend que la plus petite variation dans le volume du liquide de l'éprouvette sera accusée par un mouvement de descente ou d'ascension de l'eau dans le tube manométrique.

» J'ai fait ainsi un grand nombre d'expériences sur des branches de *Bignonia grandiflora*, de Vigne, d'*Eupatorium ageratoïdes* et de *Fuschia*.

» Les plantes que j'ai examinées, et qui végétaient dans un terrain largement arrosé, n'ont jamais absorbé d'eau par leurs feuilles. Ces expériences nombreuses, et continuées pendant plusieurs jours sur une même plante, me semblent mettre ce fait à l'abri de toute critique.

» Mais lorsque le végétal ne reçoit plus par ses racines une quantité d'eau suffisante, lorsque les feuilles commencent à se flétrir, le phénomène reste-t-il le même ? Une observation bien connue m'avait permis d'en douter : on sait, en effet, qu'une branche fanée reprend sa fraîcheur lorsqu'on plonge son sommet ou quelques-unes de ses feuilles dans de l'eau, en prenant le soin d'enfermer la tige en expérience sous une cloche contenant

(1) *Comptes rendus*, t. XXXXII, p. 428 et 790, et t. XXXXVI, p. 205.

de l'air saturé d'humidité. Dans ce cas, le poids de la tige augmente sensiblement, ainsi que je l'ai constaté.

» J'ai donc été amené à reprendre mes expériences, en employant exclusivement des plantes cultivées en pot, afin de pouvoir faire varier à volonté l'état hygrométrique du sol.

» J'ai reconnu ainsi que les plantes dont les feuilles restent sans action sur l'eau, quand elles végètent dans un sol humide, absorbent des quantités d'eau d'autant plus grandes que le sol où elles croissent devient plus sec. Une tige légèrement fanée d'Eupatoire, portant six feuilles d'une surface d'environ 90 centimètres carrés, a absorbé plus de 4 centimètres cubes d'eau dans une nuit, la température étant + 22 degrés. Il suffit, pour faire cesser l'absorption, qui se traduit de la manière la plus nette par l'abaissement du liquide dans le tube manométrique, d'arroser le sol du pot. L'expérience est d'une précision absolue : le mouvement de descente s'arrête presque aussitôt.

» Les expériences que je viens d'avoir l'honneur d'exposer semblent démontrer qu'une plante végétant dans un sol humide et recevant par ses racines la quantité d'eau nécessaire à l'entretien normal de sa vie, n'absorbe pas l'eau liquide qui mouille ses feuilles, mais que cette absorption commence dès que les feuilles se fanent en raison de la dessiccation du sol.

» On comprend, d'après cela, comment certaines plantes peuvent vivre sans être en contact avec le sol, et même absolument isolées de toutes matières assimilables. J'ai pesé une touffe de *Pourretia,* Broméliacée sans racines qui, depuis plus de six ans, croît dans ma serre, suspendue à un fil métallique. Le poids de cette plante, qui ne reçoit que des eaux de seringuage, et qui ne cesse cependant de développer de nouvelles feuilles et de fournir une abondante floraison, était de $65^{gr},320$ le 15 juillet dernier. Elle n'a pas reçu d'eau depuis trois jours, et elle perd régulièrement chaque heure $0^{gr},02$ par transpiration.

» Ainsi que M. Duchartre l'a démontré, l'eau en vapeur ne pouvant être absorbée par les feuilles des plantes, cette Broméliacée se dessèche de plus en plus et devient absolument comparable aux tiges fanées que j'ai examinées. Aussi, en la plongeant pendant quelques instants dans le bassin d'eau servant aux arrosements de la serre, on constate, après six heures, époque à laquelle les dernières traces d'eau qui n'ont pu être enlevées directement se sont assurément évaporées, que son poids a augmenté de $0^{gr},68$. Cette plante, dans un temps très-court, a pu fixer par ses feuilles une quantité d'eau équivalente à plus de 1 centième de son poids, et c'est

grâce à ce mode puissant d'absorption qu'un certain nombre d'espèces végétales peuvent assimiler les matières qui concourent à leur accroissement. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'oïdium aurantiacum du pain au point de vue pathologique.* Note de **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

Les observations recueillies jusqu'ici, soit par M. Poggiale dans son Rapport fait au Ministre de la Guerre sur l'altération du pain par l'*oïdium aurantiacum*, soit par M. Decaisne lui-même, dans la Note qu'il a adressée à l'Académie le 21 août, présentent des résultats contradictoires, qui ont décidé l'auteur à faire quelques expériences sur les effets pathologiques du pain ainsi altéré. Les expériences ont porté sur deux jeunes chats, puis sur trois lapins; enfin l'auteur a été conduit à expérimenter sur lui-même, pendant quatre jours consécutifs.

De ces expériences et des faits antérieurement acquis, l'auteur croit pouvoir tirer les conclusions suivantes :

« L'*oïdium aurantiacum* du pain a sur l'économie les mêmes effets, ou à peu près, que les différentes moisissures qui attaquent les substances alimentaires. Il faut certainement tenir grand compte, dans la production de ces effets, des dispositions individuelles, comme cela arrive d'ailleurs pour les mucédinées en général, qui causent chez certaines personnes infailliblement des accidents assez accentués, tandis que d'autres se montrent complétement réfractaires à leur action. Peut-être, comme pour certains champignons, la nocuité ou l'innocuité de l'*oïdium aurantiacum* dépendent-elles aussi de son âge et des modifications qui en résultent.

» Les conditions assez rares dans lesquelles se produit cette altération du pain, son odeur et son aspect repoussants, les moyens certains que la science possède pour arrêter promptement la maladie écartent du reste à peu près tout danger, au point de vue de l'alimentation publique. Dans tous les cas, et en présence des accidents qui ont été constatés, le pain infecté d'*oïdium aurantiacum*, si légèrement que ce soit, doit être rejeté de la consommation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un phénomène météorologique, observé à Houlgate (près Dives), le 7 septembre* 1871. Extrait d'une Lettre de **M. Salicis** à M. le Président.

« Le 7 septembre, à 8 heures et demie, on me signala la singulière apparence que présentait le ciel vers le nord. Le soleil était couché depuis

deux heures, et la lune était à deux heures avant son lever; cependant le ciel présentait, s'étendant à 10 degrés à peu près de part et d'autre du méridien magnétique, sept larges bandes lumineuses, perpendiculaires à l'horizon, d'apparence rectangulaire et sous-tendant verticalement un angle de 20 degrés à peu près; leur base était cachée dans une panne brumeuse et sombre: il était difficile de reconnaître si elles étaient convergentes ou non; celle du milieu était de beaucoup la plus brillante, surtout le long de sa tranche occidentale; elle était à peu près dans le méridien magnétique. Dix minutes après, les bandes disparaissaient et l'apparence se réduisait à un amas de lueur diffuse.

» A 9 heures, le phénomène se reproduisit par l'aspect de cinq bandes analogues aux précédentes, mais plus nettes; celle du milieu présentait de nouveau cette particularité, d'un éclat plus vif sur son limbe occidental. Les bandes se résolurent après dix minutes, pour reparaître faiblement vers $9^h 20^m$, après quoi le phénomène s'éteignit. La lueur était moins colorée que dans les diverses aurores boréales que j'ai pu observer.

» Dans la journée, le temps avait été très-beau; mais vingt-six heures avant l'apparition du phénomène, nous avions eu un grain assez fort, qui s'était partout étendu sur la mer et qui était accompagné d'un peu de pluie et de tonnerre; ce grain marchait de l'ouest à l'est.

» Le baromètre du poste sémaphorique, réduit au niveau de la mer, accusait, le 7 à midi, 766 millimètres; à 6 heures du soir, 763; le lendemain à 6 heures, $762^{mm},5$; au jour, il y avait quelques risées de l'est; à midi, un calme absolument plat, avec temps pluvieux. »

HISTOIRE DU GLOBE. — *Sur quelques preuves de variations dans les limites du rivage de la mer, aux environs de Saint-Brieuc.* Note de **M. Hénos.**

« J'ai signalé, sur les côtes des environs de Saint-Brieuc, des trous de pholades à une hauteur assez grande, où la marée n'arrive plus depuis longtemps, et des amas de galets dans des dépôts diluviens au-dessus du niveau actuel de la mer; mais, n'ayant pas eu jusqu'ici le moyen et l'occasion de compléter mes observations sur les îlots environnants, je ne puis pas dire si mes conclusions s'accordent ou non avec celles de MM. Smith, Peacock et Prestwich, faites en d'autres endroits.

» Y a-t-il eu élévation, soulèvement du sol de notre région et de nos côtes, ou bien la mer s'est-elle retirée d'elle même, sans l'intervention d'aucune oscillation lente ou brusque?

» Des cavernes que j'ai découvertes sur les côtes d'Étables et de Binic, et qui sont actuellement envahies par la mer aux grandes marées, pourront peut-être éclaircir un peu la question. Si ces cavernes ont été autrefois habitées, comme je le présume d'après les morceaux de *suie* (?) que j'ai trouvés à leur sommet, et une terre noire détrempée et onctueuse dans le fond [portant *trace de foyer* (?)], la mer ne devait pas y venir comme elle le fait maintenant (il y a aussi des trous de pholades et des traces d'érosion par l'eau de mer au-dessus de l'ouverture des cavernes).

» De ces observations, on peut donc conclure : 1° que la mer n'atteignait pas, pendant que les cavernes étaient habitées, les points du littoral qu'elle atteint maintenant; 2° qu'après avoir atteint une certaine hauteur, indiquée par les trous de pholades et les traces d'érosion, son niveau tend à baisser de plus en plus, peut-être pour s'élever encore plus tard; ce qui démontrerait, laissant de côté la question des élévations ou des affaissements du sol, un certain mouvement alternatif de progrès et de recul dans les eaux de la mer.

» D'après mes observations, faites et répétées dans différentes localités de notre pays, il faudrait substituer, dans les phénomènes géologiques si controversés de la période quaternaire, à l'action (je ne parle que de notre région) de grands courants diluviens, l'action plus vraisemblable et plus évidente de glaciers et de leurs moraines boueuses, dont j'ai observé la trace sur le versant de plusieurs montagnes et plateaux. »

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. **D.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 septembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur des instruments d'optique faussement attribués aux anciens par quelques savants modernes; par M. H. Martin, Membre de l'Institut. Rome, 1871; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Sulla... *Sur la distribution des protubérances autour du disque solaire*, Mémoire du P. A. SECCHI. Rome, 1871; in-4°. (Extrait des *Atti dell' Accademia pontifica de' Nuovi Lincei.*)

Annual... *Rapport annuel du Bureau des régents de l'Institution smithsonienne, pour l'année* 1869. Washington, 1871; in-8°, rélié.

Second... *Second Rapport annuel du Bureau des commissaires pour les affaires indiennes pour l'année* 1870. Washington, 1871; in-8°, relié.

Smithsonian... *Matériaux scientifiques publiés par l'Institution smithsonienne;* t. XVII. Washington, 1871; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale géographique;* t. XV, n° 2. Londres, 1871; in-8°.

Jahresbericht... *Annuaire de la Société des Sciences physiques de Francfort-sur-le-Mein*, pour les années 1869-1870. Francfort, 1871; in-8°.

Laboratario... *Laboratoire de chimie générale de l'Université de Gênes*, n° 1. Gênes, 1870; in-8°.

Annuario... *Annuaire de l'Observatoire de Madrid*, 1870. Madrid, 1870; in-12, cartonné.

Resumen... *Résumé des observations météorologiques effectuées dans la Péninsule, du* 1er *décembre* 1867 au 30 *novembre* 1868. Madrid, 1870; in-8°, cartonné.

Observaciones... *Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Madrid du* 1er *décembre* 1867 *au* 30 *novembre* 1868. Madrid, 1869; in-8°, cartonné.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 septembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 *juillet* 1844, *publié par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce;* t. LXXI, LXXII et LXXIII. Paris, 1870 et 1871; 3 vol. in-4°, avec planches.

Les caravanes d'un chirurgien d'ambulances pendant le siége de Paris et sous la Commune; par M. le Dr JOULIN. Paris, 1871; in-12. (Présenté par M. Bouley.)

De l'administration de la quinite dans les fièvres d'accès comme succédané du sulfate de quinine; par M. HALMAGRAND. Paris, 1869; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire, t. XIV, année 1870. Saint-Étienne, 1870; 2 vol. in-8°.

Recherches de Chimie; par M. P. GUYOT. Nancy, sans date; opuscule in-8°.

Utilisation de la chute d'eau dans le Rhône près la perte du Rhône, réalisant 10000 *forces de chevaux, à Bellegarde (Ain), etc., entreprise fondée par* MM. G. Lomer *et* F. Ellershausen. Paris, 1871; br. in-8°.

The... *Le choléra; par* M. F. JENCKEN. Londres, 1867; in-12, relié.

Sull' ultimo... *Sur la dernière phase du choléra asiatique, période de mort apparente chez les cholériques; par* M. F. PACINI. Florence, 1871; br. in-8°. (Cinq exemplaires.)

Su di... *Sur quelques minéraux de la Toscane non mentionnés ou incomplétement décrits par d'autres auteurs*. Note de M. A. D'ACHIARDI. Florence, 1871; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Del... *Le bassin oblique ovale*, 3e Mémoire; *par* M. G.-B. FABBRI. Bologne, 1870; in-4°.

Idrorrea... *Hydrorhée de l'utérus dans l'état de grossesse et sa dérivation éventuelle de la cavité de la caduque tant au commencement qu'à la fin de la grossesse;* Mémoire *par* M. G.-B. FABBRI. Bologne, 1871; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 septembre 1871.)

Page 604, ligne 31, *au lieu de* Homéosaures, *lisez* Atoposaures.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Seconde Note sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonnèche; par* **M. ÉLIE DE BEAUMONT** (1).

« Dans la séance du 4 juillet 1870 (2) j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie une première Note sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonnèche. A cette époque le percement, quoique déjà très-avancé, n'était pas encore terminé, et j'ai pu seulement présenter à l'Académie une Collection de 127 échantillons représentant la plus grande partie des roches traversées par les deux galeries qui marchaient à la rencontre l'une de l'autre, d'un côté à partir de Modane et de l'autre à partir de Bardonnèche. Depuis lors, le 26 décembre 1870, ainsi que j'ai eu l'honneur de l'annoncer à l'Académie dans la séance du 20 mars dernier (3), les deux gale-

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant, en étendue, les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 8.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 327.

ries se sont rencontrées avec une précision qui fait le plus grand honneur aux habiles ingénieurs auxquels cette grande opération était confiée. M. Sismonda, en m'annonçant cet important résultat, me disait : « La Col-» lection des roches du tunnel alpin est maintenant complète. J'attends un » mot de vous, pour vous expédier les échantillons des roches qu'on a » traversées. » Mais les événements subséquents ont retardé l'envoi, et je n'ai reçu la Collection que dans le courant du mois d'août.

» Cette Collection complémentaire, recueillie comme la première avec la coopération de MM. les ingénieurs Copello et Borella et le concours bienveillant de M. Grattoni, se compose de 69 échantillons du plus beau format et d'une fraîcheur parfaite. Je les ai intercallés dans la lacune que présentait la Collection de l'année dernière, en joignant à leurs numéros respectifs les désignations *bis, ter,* IV, V, etc., nécessitées par leur nombre supérieur à celui des places qui leur avaient été réservées. Au surplus, M. Sismonda a inscrit lui-même sur l'étiquette de chaque échantillon la distance du point où il a été recueilli aux entrées du tunnel, ce qui exclut toute chance de désaccord entre la Collection installée aujourd'hui à l'École des Mines de Paris, celles qui ont été envoyées de même à d'autres établissements scientifiques et celle qui est restée au Musée de Turin.

» Je place aujourd'hui la Collection entière, complétée comme il vient d'être dit, sous les yeux de l'Académie, et j'y joins le Catalogue de la Collection complémentaire destiné être ajouté à celui de la première Collection qui a été imprimé dans le *Compte rendu* de la séance du 4 juillet 1870 (1).

Catalogue des roches rencontrées dans le tunnel des Alpes occidentales depuis le mois d'août 1869 *jusqu'au* 26 *décembre* 1870, *jour où les deux portions du tunnel se sont rencontrées à la distance de* $5139^{m},75$ *de Modane.*

N° 67bis, entre 4230 et 4260 mètres de MODANE. — Calcaire schisteux, cristallin, blanc, à feuillets noirs, luisants, présentant quelques paillettes d'apparence talqueuse ou micacée. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive, mais de courte durée; fragments conservant leurs formes à peu près comme les n°s 59 et 15, auxquels le n° 67bis ressemble beaucoup.

N° 67ter, entre 4260 et 4290 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, grisâtre, avec feuillets noirs, brillants, présentant quelques paillettes d'apparence talqueuse, traversé par des petits filons de calcaire spathique blanc et de quartz.

N° 67^{IV}, entre 4290 et 4320 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, blanc, avec feuillets grisâtres, luisants, présentant quelques paillettes d'apparence talqueuse.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 13.

N° 67^v^, entre 4320 et 4350 mètres de M. — Calcaire cristallin, grisâtre, divisé en feuillets très-minces par le schiste argileux, noir, brillant, avec paillettes d'apparence talqueuse, présentant une surface de glissement brillante, d'apparence anthraciteuse, et un petit filon de quartz hyalin blanc, accompagné de talc verdâtre qui en forme la salbande.

N° 67^vi^, entre 4350 et 4380 mètres de M. — Calcaire cristallin, gris, avec une veine de quartz et de calcaire spathique blanc, intercalé dans le schiste argileux, noir, luisant, satiné, un peu talqueux. (Échantillon double.)

N° 67^vii^, entre 4380 et 4410 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, grisâtre, avec feuillets de schiste grisâtre, luisant, satiné, un peu talqueux.

N° 67^viii^, entre 4410 et 4440 mètres de M. — Calcaire cristallin gris, renfermé dans le schiste argileux noir, brillant, dont quelques échantillons sont traversés par de grosses veines de calcaire spathique blanc, mêlé de quartz. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord. Les fragments conservent en partie leurs formes; le résidu des parties dissoutes est gris, très-abondant, et contient beaucoup de grains de quartz hyalin blanc et de paillettes de schiste gris.

N° 68, entre 4440 et 4470 mètres de M. — Calcaire cristallin, gris, à feuillets schisteux, gris, luisants, satinés, présentant beaucoup de paillettes d'apparence talqueuse; très-effervescent.

N° 68bis, entre 4470 et 4500 mètres de M. — Schiste calcarifère, à feuillets noirs très-multipliés, ondulés, luisants, satinés, un peu talqueux.

N° 68ter, entre 4500 et 4530 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, à feuillets noirs un peu talqueux, luisants, satinés et un peu contournés.

N° 68^iv^, à 4539 mètres de M. — Quartz hyalin, avec talc verdâtre, chlorite et schiste noir, luisant, formant une veine ou un filon dans le calcaire schisteux, présentant une surface de glissement analogue d'aspect à celles que présente souvent l'anthracite.

N° 68^v^, entre 4560 et 4590 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris foncé, avec schiste argileux, à feuillets noirs, luisants, d'apparence anthraciteuse.

N° 68^vi^, entre 4590 et 4620 mètres de M. — Schiste calcarifère à feuillets grisâtres, contournés, luisants, d'apparence graphiteuse, avec paillettes talqueuses, traversé par des veines de calcaire spathique blanc, mélangé de quartz.

N° 68^vii^, entre 4620 et 4650 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, à feuillets luisants, un peu talqueux, à reflets grisâtres, contenant des veines légèrement contournées de quartz mêlé de calcaire spathique.

N° 69, entre 4650 et 4686 mètres de M. — Schiste calcarifère à feuillets d'un gris foncé, légèrement contournés, d'apparence graphiteuse, traversé par une veine de quartz.

N° 69bis, entre 4716 et 4746 mètres de M. — Schiste d'une couleur ardoisée brun noirâtre, luisant, doux au toucher, d'un éclat gras, non effervescent; la masse ne raye pas le verre. Très-analogue d'aspect au n° 2, dont il ne diffère essentiellement, d'après l'analyse de M. Moissenet, que par la présence du quartz libre qui

s'y trouve très-finement disséminé, dans la proportion de 30 pour 100 environ. (*Voir* l'analyse de M. Moissenet ci-après, p. 697.)

N° 69ter, à 4762 mètres de M. — Calcaire schisteux, à feuillets noirs, luisants, doux au toucher, légèrement contournés, présentant des groupes de paillettes d'apparence talqueuse. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive; les fragments conservent leurs formes, mais deviennent friables. Le résidu des parties dissoutes est très-abondant et formé de grains de quartz hyalin réunis par veines, et de paillettes de schiste noir d'apparence charbonneuse.

N° 69^IV, à 4762 mètres de M. — Quartz hyalin, avec spath calcaire blanc et un peu de talc en veines dans le calcaire schisteux précédent.

N° 69^V, entre 4746 et 4776 mètres de M. — Calcaire, schisteux, cristallin, d'un gris foncé, avec veines de calcaire blanc et feuillets de schiste noir, luisant, à reflets gras, assez ternes, présentant des paillettes de talc nacré répandues sur les surfaces des feuillets.

N° 69^VI, entre 4776 et 4806 mètres de M. — Schiste noir, luisant, à reflets gras, à feuillets plissés à petits plis, d'apparence un peu graphiteuse.

N° 69^VII, entre 4806 et 4836 mètres de M. — Schiste noir, luisant, avec veines irrégulières de quartz hyalin et de calcaire spathique, en feuillets contournés et luisants, présentant quelquefois sur leurs surfaces des paillettes blanches, d'apparence talqueuse, rappelant celles qui couvrent les empreintes végétales de Petit-Cœur.

N° 70, entre 4836 et 4876 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, en veines alternant avec calcaire blanc et schiste noir, luisant, légèrement contourné. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord et promptement terminée. Fragments non complétement désagrégés réduits à un schiste noir, luisant, satiné rappelant le n° 2. Le résidu des parties dissoutes est sableux, formé de grains de quartz hyalin mélangés de particules de schiste noir; il raye facilement le verre.

N° 70bis, entre 4876 et 4906 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris foncé, avec feuillets de schiste noir, luisant, présentant des paillettes de talc nacré.

N° 70ter, entre 4906 et 4936 mètres de M. — Quartz hyalin et calcaire spathique formant des veines dans le schiste argileux noir luisant. Talc verdâtre en paillettes brillantes, répandu tant dans le quartz que sur les feuillets de la roche.

N° 70^IV, entre 4936 et 4976 mètres de M. — Calcaire cristallin, gris, à feuillets schisteux, noirs, luisants, satinés, contournés, avec quelques paillettes de talc nacré, et des filets minces de calcaire spathique blanc.

N° 70^V, entre 4976 et 5006 mètres de M. — Schiste calcarifère gris, luisant, satiné, avec paillettes de talc nacré, traversé par des veines de calcaire spathique blanc et de quartz hyalin.

N° 70^VI, entre 5006 et 5026 mètres de M. — Schiste calcarifère gris, luisant, d'un éclat graphiteux et presque argentin, avec paillettes d'apparence talqueuse et veines de calcaire spathique et de quartz.

N° 70^VII, entre 5026 et 5046 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, noirâtre, à

feuillets de schiste noir, luisant, contenant une grosse veine de quartz hyalin et de calcaire spathique blanc.

N° 70^{viii}, entre 5046 et 5066 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris foncé, avec schiste noir, luisant, présentant des paillettes de mica, et traversé par des veines de quartz et de calcaire spathique blanc.

N° 71, entre 5066 et 5086 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, noirâtre, renfermant des feuillets de schiste noir, luisant, satiné, avec paillettes de talc nacré, et traversé par des veines de calcaire spathique blanc.

N° 71bis, entre 5086 et 5106 mètres de M. — Schiste calcarifère noir, luisant, à feuillets plissés, avec quelques paillettes de talc nacré, rappelant le n° 2 et le n° 69bis.

N° 71ter, entre 5106 et 5126 mètres de M. — Calcaire cristallin, gris foncé, à feuillets de schiste noir, luisant, un peu contournés, avec paillettes d'apparence talqueuse, contenant de petites veines irrégulières de spath calcaire blanc et de quartz hyalin. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord, mais de très-courte durée; les fragments ne sont pas complétement désagrégés. Le résidu des parties dissoutes est gris noirâtre, composé de paillettes de schiste noir, de grains de quartz hyalin blanc et de petits fragments provenant de veines quartzeuses blanches.

N° 71^{iv}, entre 5126 et 5146 mètres de M. — Schiste noir, luisant, satiné, doux au toucher, avec calcaire cristallin, en veinules et en petits filons très-minces, présentant de nombreuses paillettes de talc verdâtre, groupés en veines irrégulières.

N° 71^{v}, entre 5126 et 5146 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris foncé, à feuillets de schiste noir, luisant, satiné, doux au toucher, avec de petites veines de calcaire cristallin blanc, et de nombreuses paillettes de talc verdâtre, groupés en veines irrégulières.

N° 71^{vi}, à 5139^{m},75 de M. [*distance à laquelle les deux portions du tunnel* (*sud et nord*) *se sont rencontrées*]. — Schiste calcarifère noir, luisant, satiné, doux au toucher, présentant de nombreuses paillettes de talc nacré, ainsi que des veines et des petits filons de spath calcaire blanc. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence vive d'abord, mais en quelques points seulement. Les fragments ne sont pas désagrégés; ressemble au n° 15.

N° 71^{vii}, entre 5146 et 5153^{m},30 de M. — Calcaire cristallin gris foncé, à feuillets de schiste noir, luisant, doux au toucher, présentant de petites paillettes de talc verdâtre, traversé de veines composées de quartz et de calcaire spathique blanc.

N° 71^{viii}, entre 5146 et 5153^{m},30 de M. — Très-analogue au précédent.

N° 71^{ix}, entre 5165 et 5195 mètres de M. — Calcaire cristallin gris, schisteux, à feuillets schisteux noirs, luisants, un peu contournés, avec veines de calcaire spathique blanc et de quartz.

N° 71^{x}, entre 5195 et 5225 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, à feuillets schisteux noirs, luisants, d'une composition très-analogue, d'après l'analyse de M. Moissenet, à celle du schiste n° 2; contient environ 13 pour 100 de quartz libre plus ou moins disséminé. (*Voir* l'analyse de M. Moissenet ci-après, p. 698.)

N° 72, entre 5225 et 5255 mètres de M. — Calcaire spathique et quartz hyalin formant des veines dans le calcaire gris, cristallin, à feuillets schisteux noirs, luisants, présentant des paillettes et veinules de talc verdâtre et jaune, des pyrites et des surfaces de glissement d'un aspect anthraciteux.

N° 72bis, entre 5255 et 5285 mètres de M. — Calcaire cristallin gris, à feuillets schisteux noirs, luisants, d'un aspect anthraciteux, contenant des veines de calcaire spathique blanc et de quartz hyalin. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord, mais de très-courte durée. Les fragments ne sont pas désagrégés. Ils ressemblent à ceux que laissent les nos 59 et 61. Résidu formé de grains de quartz hyalin et de petites paillettes de schiste noir.

N° 72ter, entre 5285 et 5315 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, noirâtre, à feuillets schisteux noirs d'un aspect graphiteux, luisants, satinés, doux au toucher, présentant des paillettes et veinules de talc verdâtre.

N° 72IV, entre 5315 et 5345 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, à feuillets schisteux noirs, luisants, présentant des paillettes et veinules de talc verdâtre, traversé par des veines interrompues de calcaire spathique et quartz. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord, mais de courte durée; les fragments ne sont pas désagrégés, mais rendus friables, ayant l'aspect d'un schiste plissé en petit. Résidu des parties dissoutes grisâtre, formé de paillettes de schiste noir, de grains et de fragments de veines de quartz hyalin blanc.

N° 72V, entre 5345 et 5375 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, sableux, traversé par des veines de calcaire spathique blanc et de quartz.

N° 72VI, entre 5375 et 5405 mètres de M. — Calcaire schisteux, gris, cristallin, sableux, avec schiste noir luisant, à surfaces de glissement d'un aspect anthraciteux : pyrytes et paillettes talqueuses d'un éclat argentin répandues dans la masse. Les feuillets schisteux ont une composition très-analogue, d'après l'analyse de M. Moissenet, à celle du schiste n° 2. Il contient environ 7 pour 100 de quartz libre plus ou moins disséminé. (*Voir* ci-après l'analyse de M. Moissenet, p. 698.)

N° 72VII, entre 5405 et 5435 mètres de M. — Calcaire schisteux cristallin, gris, sableux, avec schiste noir luisant, à feuillets contournés, présentant des paillettes et veinules de talc nacré, traversé par des veines de quartz et de calcaire spathique. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive et persistante. Les fragments conservent leurs formes, mais deviennent friables. Résidu gris d'aspect terreux, contenant beaucoup de grains de quartz hyalin.

N° 72VIII, entre 5435 et 5465 mètres de M. — Calcaire schisteux, gris, cristallin et schiste avec reflets micacés, contenant des espèces de rognons de calcaire saccharoïde d'un blanc sale et de quartz.

N° 72IX, entre 5465 et 5945 mètres de M. — Calcaire schisteux cristallin, gris foncé, à feuillets noirs, luisants, satinés, d'un aspect anthraciteux, présentant des paillettes de talc verdâtre ou argentin et des veines de quartz et de calcaire spathique dans lesquelles le talc se montre aussi bien que dans la masse.

N° 72X, entre 5495 et 5525 mètres de M. — Schiste calcarifère gris, luisant, à feuillets

satinés et doux au toucher, d'un aspect graphiteux, contenant des paillettes de talc nacré et des petites veines de calcaire spathique et de quartz. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord et de courte durée. Les fragments restent cohérents. Résidu des parties dissoutes formé de quartz blanc avec paillettes de schiste noir.

N° 73, entre 5525 et 5555 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris noirâtre, avec feuillets de schiste noir, luisant, parsemé de paillettes de talc nacré, contenant une veine composée de quartz hyalin et de calcaire spathique blanc.

N° 73bis, entre 5555 et 5585 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, sableux, à feuillets schisteux noirs, d'un aspect anthraciteux, avec paillettes de talc nacré et veinules de calcaire spathique et de quartz.

N° 73ter, entre 5585 et 5615 mètres de M. — Calcaire schisteux, silicifère, cristallin, gris, à feuillets noirs contournés, d'un aspect anthraciteux, avec paillettes micacées, grisâtres, d'un éclat argentin, contenant de petits filons de calcaire spathique blanc et de quartz.

N° 73^IV^, entre 5615 et 5645 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristalin, gris foncé, à feuillets noirs, luisants, et paillettes micacées ou talqueuses.

N° 73^V^, entre 5645 et 5675 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, silicifère, d'un gris foncé, avec veines irrégulières de calcaire spathique blanc. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord, qui se ralentit bientôt, mais qui ne cesse qu'après la désagrégation complète des fragments. Résidu noirâtre, assez abondant, d'un aspect terreux, rayant facilement le verre, contenant des grains de quartz hyalin et des particules de schiste noir d'un aspect anthraciteux.

N° 73^VI^, entre 5675 et 5705 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris foncé, à feuillets schisteux, noirs, luisants, d'un aspect graphiteux, alternant avec des veines de calcaire spathique blanc.

N° 73^VII^, entre 5705 et 5735 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, à feuillets schisteux, noirs, luisants, satinés, avec veines irrégulières de calcaire spathique blanc, de quartz et de talc.

N° 73^VIII^, entre 5735 et 5765 mètres de M. — Schiste calcarifère, noir, à feuillets luisants et satinés, présentant de nombreuses paillettes de talc, contenant une veine composée de calcaire spathique blanc et de quartz hyalin.

N° 73^IX^, entre 5765 et 5795 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris foncé, avec feuillets de schiste d'un gris noirâtre, un peu satinés, présentant de nombreuses paillettes de talc. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive, les fragments se désagrégent complétement. Résidu noirâtre, très-fin, d'aspect terreux, dans lequel on ne distingue que peu de grains de quartz; cependant il raye le verre.

N° 73^X^, entre 5795 et 5825 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris noirâtre, à feuillets schisteux, noirs, luisants, satinés et doux au toucher, d'un aspect anthraciteux. Il renferme des veines et petits filons de calcaire spathique blanc, mélangé d'un peu de quartz.

N° 74, entre 5825 et 5855 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, silicifère, avec paillettes micacées ou talqueuses et feuillets ondulés de schiste noirâtre, un peu satinés, doux au toucher. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive, les fragments se désagrégent presque complétement. Résidu abondant, grisâtre, d'un aspect terreux, rayant facilement le verre, contenant des paillettes de schiste, des grains de quartz, ainsi que des fragments de petites veines de quartz dégagés de la masse par l'acide.

N° 74bis, entre 5855 et 5885 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris noirâtre, à feuillets schisteux, d'un noir brillant, un peu satiné.

N° 74ter, entre 5885 et 5915 mètres de M. — Schiste calcarifère, gris noirâtre, avec paillettes, d'apparence talqueuse, contenant une veine de calcaire spathique blanc et de quartz hyalin, avec une substance talqueuse verdâtre. Présentant une surface de glissement d'un aspect anthraciteux.

N° 74^IV, entre 5915 et 5945 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, en strates, légèrement contournés, à feuillets schisteux, noirâtres, luisants, satinés, présentant de nombreuses paillettes de talc nacré. Il contient des veines de calcaire spathique blanc et de quartz.

N° 74^V, entre 5945 et 5975 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, avec feuillets de schiste, noir, luisant, en strates légèrement contournés, présentant des paillettes de talc. Il contient des veines irrégulières de calcaire spathique blanc et de quartz.

N° 74^VI, entre 5975 et 6005 mètres de M. — Calcaire cristallin d'un gris foncé, à feuillets schisteux, noirs, luisants, et veines de calcaire spathique blanc et de quartz, recourbées concentriquement. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive, mais de courte durée; des fragments se désagrégent en laissant de petites plaques de quartz blanc provenant des veines recourbées. Résidu formé de parcelles de schiste noir, très-abondantes et de grains de quartz hyalin blanc. La masse raye la verre.

N° 74^VII, entre 6005 et 6035 mètres de M. — Schiste calcarifère à feuillets noirs, luisants, satinés, avec paillettes talqueuses, renfermant une veine de calcaire spathique, blanc et de quartz avec talc verdâtre.

N° 74^VIII, entre 6035 et 6065 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, d'un gris foncé, avec veines de calcaire spathique mêlé de quartz et avec schiste noir, luisant, satiné et doux au toucher, présentant de nombreuses paillettes de talc nacré.

N° 74^IX, entre 6065 et 6095 mètres de M. — Calcaire cristallin, gris, silicifère, légèrement schisteux, à feuillets schisteux, luisants, présentant quelques paillettes de talc. Dans l'acide chlorhydrique, effervescence très-vive d'abord, mais promptement affaiblie; les fragments conservent leurs formes, mais ils deviennent friables. Résidu des parties dissoutes très-abondant, contenant beaucoup de grains de quartz hyalin blanc, des paillettes de schiste d'un gris verdâtre, et des fragments de petites veinules de quartz hyalin.

N° 74^X, entre 6095 et 6112 mètres de M. — Calcaire schisteux, cristallin, gris, avec feuillets

schisteux, noirs, luisants, traversé par des veines de calcaire spathique blanc et de quartz, présentant une surface de glissement d'un aspect anthraciteux.

» M. Moissenet, ingénieur des Mines et chef du Laboratoire d'essai, a bien voulu, à ma prière, faire l'analyse des nos 2, 69bis, 71x et 72vi, comme il l'avait fait, l'année dernière, pour les nos 76 et 78. Il m'a remis à ce sujet la Note suivante.

N° 2, Schiste gris-bleu, foncé; très-fissile.

N° 69bis, analogue au précédent, mais présentant une cassure transversale plus compacte.

Nos 71x et 72vi, formés d'un mélange de schiste, avec du carbonate de chaux et du quartz.

On a dosé sur 100 parties :

	N° 2.	N° 69bis.	N° 71x.	N° 72vi.
Silice totale	47,00	62,33	26,33	17,00
Alumine	39,00	26,10	10,00	6,00
Peroxyde de fer	6,66	5,33	2,33	1,66
Magnésie	0,66	0,66	0,33	0,33
Chaux	traces	traces	32,00	40,00
Perte par calcination	6,33	4,66	28,00	34,66
	99,65	99,08	98,99	99,65

Ces résultats de l'analyse peuvent être interprétés au point de vue de la composition des roches, en observant que le fer est à l'état de protoxyde dans le silicate.

On aurait :

N° 2.

Silice	47,00
Alumine	39,00
Protoxyde de fer	6,11
Magnésie	0,66
Chaux	traces
Eau et matières organiques	6,88
	99,65

Le n° 69bis ne différerait du précédent que par la présence du quartz libre, mais très-finement disséminé dans le silicate.

N° 69bis.

Silice	32,57	69,32
Alumine	26,10	
Protoxyde de fer	4,89	
Magnésie	0,66	
Chaux	traces	
Eau et matières organiques	5,10	
Quartz disséminé		29,76
		99,08

Les n°s 71^{x} et 72^{VI} seraient formés d'un mélange de schiste (analogue au n° 2), de carbonate de chaux et de quartz.

		N° 71^{x}.		N° 72^{VI}.	
Schiste.	Silice	13,76	29,28	9,93	21,13
	Alumine	10,00		6,00	
	Protoxyde de fer	2,13		1,52	
	Magnésie	0,33		0,33	
	Chaux	traces		traces	
	Eau et matières organiques	3,06		3,35	
Carbonate de chaux			57,14		71,45
Quartz libre, plus ou moins disséminé			12,56		7,07
			98,99		99,65

» Il est à remarquer que, dans ces quatre échantillons, si différents les uns des autres, la matière schisteuse présente toujours à peu près la même composition, qui est celle du schiste ardoisé n° 2 placé à la partie supérieure de la zone anthracifère.

» On pourrait s'étonner de n'y trouver que des traces insignifiantes de magnésie, si l'on n'observait qu'ils sont du petit nombre de ceux dans lesquels le Catalogue n'indique pas de talc, ou seulement une petite quantité du minéral désigné sous ce nom.

» On pourrait s'étonner également de trouver dans le schiste n° 69bis une aussi forte proportion (29,76 pour 100) de sable quartzeux; mais on doit considérer que, si 1 partie de ce schiste était réunie à 2 parties de calcaire, le sable ne formerait plus que 10 pour 100 environ de la masse, proportion qui est dépassée dans un grand nombre d'échantillons, et qui n'a plus rien de remarquable.

» Le schiste n° 69bis est donc simplement un échantillon à l'état de pureté du mélange de schiste et de sable qui entre dans la composition de la plupart des échantillons de la Collection, et qui contribue pour beaucoup à déterminer leur aspect et leurs principales propriétés.

Remarques générales.

» Il me reste à ajouter au Catalogue, ainsi que je l'avais déjà annoncé l'année dernière (1), des remarques et quelques observations générales, tirées en partie des lettres et des communications verbales de M. Sismonda. »

» Les descriptions individuelles des roches traversées par le tunnel se prêtent à des rapprochements susceptibles d'être résumés, et de donner de la composition du terrain une idée beaucoup plus simple que celle qui semble résulter de la première vue du Catalogue. Il suffit pour cela de grouper les cent quatre-vingt-seize portraits individuels dont il se compose de la manière la plus favorable pour pouvoir en parler collectivement.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 23, séance du 4 juillet 1870.

» Dans le tableau placé à la fin du premier Catalogue (1), M. Sismonda partage les couches traversées par le tunnel en trois grandes divisons, qui sont :

» Le terrain anthracifère supérieur, le même, suivant lui, que celui d'Aime, en Tarentaise;

» La grande masse calcaire, la même, dans son opinion, que celle de Villette, en Tarentaise;

» Et le terrain de calcaire schisteux inférieur, le même, à ses yeux, que celui de Naves, en Tarentaise.

» Deux de ces trois grandes divisions peuvent être elles-mêmes très-opportunément subdivisées, car on est naturellement conduit à considérer à part les quartzites qui forment la partie inférieure du terrain anthracifère supérieur, et, en outre, le terrain de calcaire schisteux inférieur étant extrêmement épais, il sera utile de mettre en évidence les nuances de différence que présentent ses différentes parties, en s'en servant pour le partager en trois grandes assises : l'assise supérieure, l'assise moyenne et l'assise inférieure des calcaires schisteux.

» Les terrains traversés par le tunnel seront alors considérés comme étant répartis en six zones, savoir :

» 1° La *zone anthraciteuse,* qu'on rencontre la première en venant de Modane, après avoir traversé 128 mètres de terrain ébouleux, et qui est la plus élevée dans l'ordre de la superposition des couches. Elle a présenté dans la direction du tunnel une épaisseur oblique de $1967^{m},35$, correspondant à une épaisseur normale ou orthogonale de $1137^{m},41$. Le terrain anthracifère qui la constitue, et qui est représenté par les échantillons n° **1** à n° **24** inclusivement de la Collection et du Catalogue, offre l'aspect et la composition ordinaires du terrain anthracifère supérieur de la Maurienne et de la Tarentaise.

» 2° La *zone des quartzites,* qui présente dans la direction du tunnel une épaisseur oblique de $381^{m},40$, correspondant à une épaisseur orthogonale de $220^{m},50$. Elle est représentée dans la Collection et dans le Catalogue par les n^os^ **25** à **41** inclusivement. C'est la plus mince des six zones traversées par le tunnel, mais c'est en même temps la plus remarquablement caractérisée. On y rencontre une foule d'accidents minéralogiques curieux et propres à faire naître des remarques et des comparaisons variées.

» 3° La *zone calcaréo-gypseuse,* qui présente une épaisseur oblique de

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 22.

858^m,05 et une épaisseur orthogonale de 496^m,07. Elle est représentée dans la Collection et dans le Catalogue par les n°s 42 à 60 inclusivement. De même que la zone des quartzites, à laquelle elle est intimement liée, cette zone présente une foule d'accidents minéralogiques remarquables. Le calcaire cristallin, tantôt massif et presque pur, tantôt schisteux et mélangé, y occupe, en quatre parties, dans le tunnel, une longueur totale de 473^m,87; l'anhydrite, rencontré de même quatre fois, y occupe une longueur totale de 334^m,88; enfin le schiste talqueux avec quartz grenu schistoïde, occupe dans le tunnel, vers le quart supérieur de la zone, une longueur de 49^m,30, correspondant à une épaisseur orthogonale de 28^m,50. Cette zone a été arrêtée à la masse d'anhydrite n° 60, qui a paru former une limite assez naturelle; mais les calcaires schisteux qui encaissent de part et d'autre cet anhydrite se ressemblent extrêmement, et peuvent être considérés comme faisant déjà partie du grand système des calcaires schisteux au milieu desquels le tunnel poursuit son cours jusqu'à Bardonnèche. Il y a donc une liaison intime entre la zone calcaréo-gypseuse et la suivante.

» La zone calcaréo-gypseuse, dont l'épaisseur orthogonale n'est que de 496^m,07, est encore assez mince comparativement à l'énorme épaisseur des calcaires schisteux. Pour concevoir comment M. Sismonda a pu, malgré cela, la désigner sous le nom de *grande masse calcaire,* il faut savoir que l'anhydrite y disparaît souvent, remplacé, à ce qu'il paraît, par une épaisseur à peu près égale de calcaire cristallin massif. Or une assise de calcaire solide de 500 mètres environ d'épaisseur est de nature à produire de grands escarpements qui se dessinent fortement dans le paysage, et dont les formes hardies, éminemment propres à frapper les yeux, justifient le nom de *grande masse calcaire*, que ne motiveraient pas de la même manière les calcaires schisteux dont les affleurements ébouleux sont généralement adoucis par l'accumulation de leurs propres débris.

» 4° La *zone supérieure des calcaires schisteux,* qui présente une épaisseur oblique de 2775^m,20 et une épaisseur orthogonale de 1604^m,46. Elle est représentée dans la Collection et dans le Catalogue par les n°s 61 à 75 inclusivement, qui comprennent soixante-dix-huit échantillons, à cause des désignations supplémentaires qui ont dû être employées, comme on l'a expliqué précédemment. C'est ici la zone la plus largement représentée, mais la multiplicité des échantillons ne fait ressortir que plus fortement l'uniformité générale de sa composition, où les différences individuelles signalées par le Catalogue sont, plus que partout ailleurs, dominées par la monotonie

du facies général. Cela tient visiblement à l'abondance relative de l'élément schisteux, dont le mélange est tellement considérable, que beaucoup d'échantillons ont dû être désignés dans le Catalogue comme schistes calcarifères, ou même simplement comme schistes, plutôt que comme calcaires schisteux. Ce caractère paraît s'atténuer dans la partie inférieure de la zone, où l'élément calcaire reprend la prédominance par rapport à l'élément schisteux. Plus haut, au contraire, vers le milieu de la zone, les feuillets de schiste noir, luisant, sont souvent la matière dominante, et ils ont parfois un aspect anthraciteux ou graphiteux qui pourrait faire soupçonner qu'on n'est pas loin d'un gisement d'anthracite, et qui indique la réunion de cette zone et de la zone anthracifère dans une seule et même grande formation.

» 5° La *zone moyenne des calcaires schisteux*, qui présente, dans la direction du tunnel, une épaisseur oblique de 2610 mètres correspondant à une épaisseur orthogonale de 1508^{m},95. Elle est représentée, dans la Collection et dans le Catalogue, par les n^{os} **76** à **112** inclusivement. Cette zone est caractérisée par la présence, dans le calcaire schisteux, d'une proportion plus considérable que dans les autres zones, d'un sable quartzeux que la dissolution du calcaire dans l'acide chlorhydrique met en évidence, et qui se décèle par la facilité avec laquelle la roche raye le verre. On lui a donné le nom de *calcaire schisteux cristallin silicifère*. Dans la plupart des échantillons, c'est le calcaire qui domine, mais, dans d'autres moins nombreux, c'est le schiste noir luisant, et ce dernier paraît quelquefois l'emporter d'une manière assez prononcée pour qu'on ait dû qualifier la roche de *schiste calcarifère* plutôt que de *calcaire schisteux*.

» 6° Enfin, la *zone inférieure des calcaires schisteux*, qui ne cesse qu'à l'entrée méridionale, près de Bardonnèche, où le tunnel entre dans le vide de la vallée de Roche-Molle, sans que rien ait annoncé que la formation des calcaires schisteux soit terminée ou près de se terminer. Cette zone présente, dans la direction du tunnel, une épaisseur oblique de 3500 mètres correspondant à une épaisseur orthogonale de 2023^{m},49. Elle est représentée dans la Collection et dans le Catalogue par les n^{os} **113** à **134** inclusivement. Elle est caractérisée par une prédominance, plus prononcée et plus constante que dans les deux zones précédentes, de l'élément calcaire par rapport à l'élément schisteux, sans qu'il y ait cependant rien de particulièrement tranché à cet égard. Le sable quartzeux n'y fait pas complétement défaut.

» On peut même dire, en thèse générale, que, depuis les parties inférieures

de la zone calcaréo-gypseuse jusqu'à l'entrée du tunnel près de Bardonnèche, les calcaires schisteux ne présentent que des nuances de différence, nuances qui sont cependant suffisantes pour y établir les distinctions qui viennent d'être signalées.

» L'élément qui influe le plus sur l'aspect général de la plupart des roches traversées par le tunnel est le schiste argileux noir à feuillets luisants, un peu contournés. Il enveloppe les parties calcaires et les grains quartzeux qui entrent dans la composition de la roche, et dont les teintes blanchâtres, peu prononcées, ne sont guère propres à en diversifier l'aspect. La roche se fend presque toujours de préférence suivant la surface d'un feuillet schisteux, ce qui fait que le schiste influe sur son aspect plus fortement encore que ne semblerait le comporter sa proportion pondérable. De là la monotonie d'aspect qui caractérise la plus grande partie de la Collection.

» Ce schiste noir est une matière presque inerte qui ne donne que peu de prise à aucun genre d'essai. M. Guyerdet, conservateur adjoint des Collections de l'École des Mines, qui est fort exercé à souffler au chalumeau, a fait sur les schistes noirs des différentes parties de la Collection un grand nombre de tentatives qui n'ont amené aucun résultat saillant. Il n'en a pas tiré de bitume, tout au plus est-il parvenu à en décolorer un peu quelques parties, en brûlant à leur surface le carbone qui les noircit. Tous ces schistes sont colorés en noir par le carbone, à l'état d'anthracite ou de graphite, qui, enveloppé dans le schiste, est fort difficile à incinérer. Les analyses que M. Moissenet a bien voulu faire, à ma prière, de plusieurs de ces schistes ont montré qu'ils contiennent environ, défalcation faite du quartz libre, 47 pour 100 de silice et 30 pour 100 d'alumine, ce qui rentre dans la composition la plus ordinaire des schistes argileux (*voir*, p. 697, les analyses de M. Moissenet). Ils présentent leur type le plus épuré dans le schiste ardoisé n° 2, situé en plein terrain anthracifère, dans la partie supérieure de la première zone.

» Après le carbone, l'élément le plus universellement répandu dans la Collection est l'élément talqueux, c'est-à-dire ce minéral verdâtre et doux au toucher qu'on rencontre si fréquemment dans les Alpes occidentales, et auquel on a l'habitude de donner le nom de *talc*, sans prétendre que sa composition soit exactement celle d'un silicate de magnésie avec ou sans eau.

» Le Catalogue signale ce minéral d'apparence talqueuse dans la plus grande partie des échantillons, et, à vrai dire, il n'y en a presque pas où,

par un examen très-attentif, on ne finisse par discerner quelques paillettes ayant l'aspect du talc nacré.

» L'élément talqueux, presque aussi répandu dans la collection que le schiste noir coloré par le carbone, se présente comme son antagoniste, car, à mesure qu'il augmente en proportion, le schiste noir paraît diminuer d'autant, et ce dernier disparaît tout à fait quand l'élément talqueux prédomine complétement. On ne trouve plus alors que du schiste talqueux associé aux autres éléments de la roche, comme cela se voit notamment dans les n^{os} **14** et **103**, pris, l'un à 1313 mètres et l'autre à 7220 mètres de l'entrée de Modane, et dans un grand nombre de numéros intermédiaires.

» Indépendamment du schiste noir coloré par le carbone et du talc, il est encore un élément toujours semblable à lui-même qui est très-généralement répandu dans les roches du tunnel. C'est un sable quartzeux ordinairement assez fin, composé de petits grains, le plus souvent amorphes, de quartz hyalin à peu près incolore. Il donne à presque toutes les roches du tunnel la faculté de rayer plus ou moins facilement le verre. Il ne fait presque jamais défaut dans les roches de la zone anthracifère, dont plusieurs couches ne sont que des grès quartzeux un peu micacés ou talqueux. Il forme l'élément principal des quartzites. Il est peu répandu dans la zone calcaréo-gypseuse, mais on le retrouve dans toute l'étendue de la grande division des calcaires schisteux. C'est dans la zone moyenne de cette division qu'il est particulièrement abondant, et, d'après les analyses de M. Moissenet, il y forme jusqu'à 14 pour 100, et même 25 pour 100, de la masse de certains échantillons, qui contiennent en même temps beaucoup de schiste, de sorte que plusieurs d'entre eux mériteraient aussi bien le nom de *grès schisteux calcarifère* que celui de *calcaire schisteux, silicifère* ou *sableux*.

» Enfin le carbonate de chaux, qui forme la masse principale de plus de la moitié des échantillons de la Collection, ne fait complétement défaut que dans un petit nombre d'entre eux, et peut être considéré, de même que le schiste noir luisant, le talc et le sable quartzeux, comme établissant un lien commun entre toutes les roches traversées par le tunnel. Les particules calcaires, lorsqu'elles sont discernables, sont à l'état cristallin, comme cela a lieu ordinairement dans tous les calcaires qui ont commencé à subir une action métamorphique.

» La cristallisation a fait disparaître les fossiles, notamment les bélemnites, qui se trouvent si fréquemment dans les parties des mêmes couches prolongées qui n'ont pas été modifiées, et qui concourent, avec l'étude

stratigraphique de leur prolongation, à y faire reconnaître les marnes supérieures du lias.

» Les zones 1 et 2, 3 et 4, 4 et 5, 5 et 6 sont mutuellement liées par des passages qui rendent leurs limites incertaines et qui ne permettent pas de songer à les séparer. Seules les zones 2 et 3, c'est-à-dire la zone des quartzites et la zone calcaréo-gypseuse, ne présentent pas le même genre de liaison; mais elles en présentent un autre équivalent. En effet, l'assise de schiste talqueux verdâtre, à nuances violacées, avec quartz grenu schistoïde ayant ses feuillets couverts de talc jaunâtre, qui se trouve encaissée dans la zone calcaréo-gypseuse, à 150 mètres de profondeur orthogonale au-dessous de sa surface supérieure, constitue une liaison par alternance qui n'a rien d'équivoque.

» D'après ces circonstances réunies, il est évident que toutes les roches traversées par le tunnel, malgré quelques accidents partiels et d'une importance secondaire, constituent un tout unique et appartiennent à une seule et même grande formation.

» On peut enfin citer encore, comme un des éléments qui tendent à donner une grande uniformité d'aspect à toutes les parties de la série, et surtout aux trois zones de calcaire schisteux, les petits filons de spath calcaire blanc et de quartz hyalin, contenant fréquemment des parties d'apparence talqueuse, qu'on observe dans un grand nombre d'échantillons.

» Ces petits filons sont bien connus et généralement très-répandus dans tous les calcaires schisteux des Alpes occidentales, où ils ont rempli les fissures dues à l'une des dernières commotions dont ces montagnes portent l'empreinte. L'existence du talc dans ces petits filons prouve que le satinage talqueux des roches du tunnel a été une opération très-moderne.

» L'uniformité monotone que présente l'aspect des roches du tunnel n'est interrompue d'une manière suivie que dans la zone quartzeuse et dans la zone calcaréo-gypseuse, sur une étendue oblique de $1239^{m},45$, répondant à une épaisseur orthogonale de $716^{m},57$, qui forme environ un dixième de la longueur du tunnel. Mais l'imprégnation talqueuse n'a pas envahi toute cette étendue d'une manière également complète. Dans les portions où elle a pris complétement le dessus, toutes les parties qui ne sont pas blanches ont une couleur verdâtre interrompue par des marbrures d'un rouge-violacé. La teinte de l'ensemble est blafarde et terne.

» Cette tache par décoloration rappelle, sur une échelle infiniment plus grande, l'effet produit par un coup de chalumeau sur un morceau de charbon. L'imprégnation talqueuse dont elle est la conséquence directe se lie

évidemment à l'existence des quartzites, et probablement à celle des anhydrites et des minéraux accidentels (sel gemme, dolomie cristallisée en rhomboèdre primitif, cristal de roche en cristaux terminés, pyrites, talc d'un blanc-verdâtre en paillettes agglomérées). Ces différentes substances ont évidemment une origine connexe, et le tout n'a certainement revêtu sa forme actuelle qu'à une époque très-moderne, puisque le talc, ainsi qu'on vient de le faire remarquer, se rencontre fréquemment dans les petits filons de spath calcaire blanc et de quartz hyalin, dont la formation, comme on va le voir, ne peut remonter au delà des derniers fendillements des roches alpines, dont ils ont rempli et scellé les dernières fissures.

» L'étude de ce curieux phénomène pourrait devenir l'objet d'un travail de quelque intérêt, pour lequel la Collection placée sous les yeux de l'Académie fournirait de très-bons matériaux, mais qui serait ici un hors-d'œuvre, parce qu'il n'est pas nécessaire pour constater la continuité de formation des roches que traverse le tunnel. Se rapportant à un événement géologique tout à fait récent, il ne pourrait éclairer ni sur l'origine première de ces roches, ni sur leur classification dans la série chronologique des terrains.

» Le peu d'ancienneté des petits filons qui nous occupent se manifeste par la circonstance, qu'ils ont complétement bouché toutes les fissures du terrain, qui, lorsque ces innombrables fissures étaient ouvertes, devait être, pour ainsi dire, aussi perméable qu'un tamis. Ils l'ont rendu complétement étanche, et, puisqu'il a conservé cette rare et remarquable propriété, il est évident que le remplissage des petits filons a été postérieur à toutes les commotions, dont plusieurs, évidemment très-modernes, comme l'éruption des roches serpentineuses soulevées en face de Bramant, qui ont pu cribler de fissures le terrain traversé par le tunnel. Ce terrain n'a plus été fendillé depuis lors que d'une manière exceptionnelle et très-restreinte, comme le démontre l'absence dans le tunnel de toute infiltration d'eau notable.

» Dans la galerie ouverte à partir de Modane, on a trouvé, vers la jonction de la zone calcaréo-gypseuse et de la zone supérieure des calcaires schisteux, une petite source ferrugineuse froide qui donne $\frac{1}{2}$ litre d'eau par seconde. N'étant aucunement thermale, cette source ne vient pas d'une grande profondeur et ne dénote pas l'existence d'une faille traversant tout le terrain. On peut supposer qu'elle tire les sels de fer auxquels elle doit sa vertu de pyrites en décomposition ou des minerais de fer dont il existe des exploitations dans les montagnes circonvoisines. Les ouvriers ont remarqué cette source, dont l'eau, agréable à boire, est très-saine, et

ils viennent s'y désaltérer quand ils passent dans le voisinage, mais ils n'en ont trouvé aucune autre dans la prolongation du souterrain. Les petits suintements qui existent dans le reste de la galerie sont insignifiants. Les ingénieurs en évaluent le produit collectif à $\frac{1}{2}$ litre par seconde.

» La galerie ouverte à partir de Bardonnèche n'a présenté aucune source, et les suintements n'y sont pas plus considérables que dans celle qui part de Modane.

» Ce qui prouve péremptoirement qu'on n'a pas trouvé une quantité d'eau notable dans tout le percement, c'est que l'eau dont on se sert journellement pour aiguiser les outils et pour les autres besoins du service des machines, aussi bien que pour les ouvriers, a toujours été prise à l'extérieur et introduite dans les galeries par leurs orifices extrêmes pour être portée jusqu'au fond, en parcourant ainsi vers la fin du travail une distance d'une lieue et demie.

» Il faut être très-réservé dans les suppositions qu'on pourrait être tenté de faire à l'égard des bouleversements que le terrain aurait éprouvés avant la formation des petits filons de spath calcaire blanc et de quartz hyalin qui en ont si parfaitement scellé toutes les fissures.

» On n'y a pas rencontré de failles vides, ni de failles remplies de débris; l'absence des eaux le prouve à elle seule. On n'y a pas non plus rencontré de filons occupant des failles remplies par eux-mêmes. Les n°s 3, 7, 21 et 68^{IV} annoncent, à la vérité, l'existence de filons quartzeux avec chlorite comparables à ceux qui contiennent la plupart des minéraux de l'Oisans; mais on ne paraît pas les avoir distingués des petits filons remplis de spath calcaire blanc et de quartz hyalin, ce qui prouve qu'ils ne sont associés respectivement à aucune dislocation remarquable.

» Les couches du terrain, formées dans une position horizontale, ont été relevées de manière à prendre l'inclinaison de 50 degrés qu'elles présentent; cela ne peut être contesté. Ce relèvement des couches a donné lieu à des frottements dont un grand nombre d'échantillons portent des traces évidentes, et à des contournements de couches partiels qui ont été signalés précédemment; mais on n'y a constaté aucun contournement en grand. Les six zones dont le terrain se compose, malgré toutes les ressemblances que présentent leurs éléments, sont cependant assez distinctes l'une de l'autre, pour qu'aucune d'elles ne puisse être considérée comme la prolongation repliée de l'une des cinq autres. On ne pourrait faire une pareille supposition que pour les trois zones calcaires; mais les ingénieurs ont opposé à cette supposition une remarque très-simple, c'est que les ou-

tils perforants s'usaient plus vite dans la zone moyenne des calcaires schisteux que dans les deux autres, à cause de l'action exercée sur l'acier par le sable quartzeux dont l'abondance relative caractérise cette zone. La zone inférieure des calcaires schisteux, où le calcaire domine, et la zone supérieure, où le schiste l'emporte souvent, ne peuvent pas davantage être confondues entre elles.

» Quant aux couches innombrables dont l'aspect monotone fatigue les regards, et dont l'uniformité générale de composition atteste l'unité de formation, elles présentent dans les menus détails de leur structure des différences individuelles qu'une pratique journalière permet de saisir beaucoup plus nettement qu'on ne peut les indiquer dans la rédaction d'un Catalogue. Les brigades d'ouvriers employées pendant plusieurs années à enlever par fragments les roches qui occupaient la place du tunnel, après les avoir perforées par d'innombrables trous de mines, ont fait, avec l'étoffe dont chacune de leurs couches se compose, une connaissance beaucoup plus intime qu'aucun minéralogiste n'aura la patience de le faire; et ils méritent d'être crus lorsqu'ils déclarent, ainsi qu'ils l'ont fait, qu'aucune ne s'est répétée et n'a été traversée deux fois.

» On peut donc additionner, pour avoir l'épaisseur du terrain, les épaisseurs individuelles de toutes les couches; car si des contournements partiels ont fait varier l'obliquité de certaines couches par rapport à la ligne du tunnel, leurs effets en sens divers ont dû se compenser. Cette somme n'est autre chose que la longueur même du tunnel, qui est de 12220 mètres pour les épaisseurs obliques mesurées suivant sa direction, ce qui donne 6990^{m},88 pour la somme des épaisseurs orthogonales.

» Au surplus, si l'on craignait que le chiffre de 6990^{m},88 ne présentât quelque exagération, on pourrait remarquer que le tunnel est bien loin de traverser en entier le terrain sédimentaire dans lequel il est ouvert. Au delà de Modane, il existe, au-dessus de la zone de terrain anthracifère que le tunnel a traversée, une grande épaisseur du même terrain que le tunnel n'a pas atteinte, et, du côté de Bardonnèche, il n'a pas atteint non plus la limite des calcaires schisteux. On peut donc être certain qu'en assignant au terrain une épaisseur orthogonale d'environ 7000 mètres, on se contente d'un minimum qu'il serait facile d'augmenter.

» Mais une épaisseur de 7000 mètres est déjà assez considérable pour faire disparaître certaines difficultés qu'on a cru rencontrer dans l'étude stratigraphique de ces contrées; car ici, comme en beaucoup d'autres choses, la puissance des grands nombres est l'auxiliaire de la simplicité des

procédés d'observation. Si de Saussure a eu raison de dire que la nature a travaillé en grand dans les Alpes, on pourrait ajouter qu'elle y a travaillé sur une étoffe extrêmement épaisse, sur laquelle elle ne pouvait exercer des effets d'ensemble qu'en opérant sur une grande échelle, et avec laquelle elle n'a pu produire que des ouvrages à larges concours, dans lesquels, quelle que puisse être la complication des détails secondaires, il y a toujours des lignes simples à saisir. C'est là le talent de l'observateur, qui a besoin d'y mettre beaucoup d'attention et de discernement; car les détails secondaires dont je parle constituent eux-mêmes des montagnes déjà considérables, propres à frapper ses regards d'étonnement, surtout s'il ne les examine que de près, et à le distraire des lignes plus grandes encore qui dominent et résolvent souvent, avec une étonnante simplicité, des questions stratigraphiques en apparence très-compliquées. Pour se rendre compte de la structure d'une montagne, comme pour juger l'architecture d'un édifice, une certaine reculée est nécessaire.

» Quelques chiffres éclairciront ces remarques.

» Le mont Blanc n'a que 4811 mètres d'altitude, et il ne s'élève pas à 4000 mètres au-dessus de sa base apparente, c'est-à-dire au-dessus des dépressions qui l'avoisinent. Aucune des montagnes stratifiées de la Maurienne et de la Tarentaise, que le mont Blanc domine toutes de beaucoup, ne s'élève jusqu'à 3500 mètres au-dessus de sa propre base, c'est-à-dire qu'aucune d'elles n'a une hauteur égale à *la moitié seulement* des 7000 mètres qui mesurent l'épaisseur orthogonale du système de couches traversé par le tunnel. Il serait donc impossible à ce système de couches d'y entrer tout entier, surtout lorsque sa section verticale est encore exagérée par l'inclinaison des couches ou par un ploiement de son ensemble. Les montagnes dont il fournit la matière ne peuvent être que des accidents de sa surface; ce sont des prolongations inégales de quelques-unes de ses assises, et bien loin d'empêcher de suivre les zones juxtaposées que ces assises de natures diverses dessinent sur la surface, les montagnes fournissent des jalons pour en reconnaître la prolongation. Des inflexions partielles des couches, comme on en voit si souvent dans les Alpes, peuvent s'engloutir dans leurs masses, mais le terrain entier, ni même aucune de ses grandes divisions, ne sauraient s'y cacher et y dérober leur prolongation aux yeux d l'observateur.

» Une faille, capable de faire disparaître tout le système de couches traversé par le tunel, devrait avoir produit une dénivellation de plus de 7000 mètres, et pour en placer seulement la zone supérieure côte à côte

avec la zone inférieure, elle devrait avoir une amplitude supérieure à la hauteur du mont Blanc. Chacune des trois zones calcaires du tunnel a une épaisseur orthogonale de 1500 à 2000 mètres et, à cause de l'inclinaison des couches à 50 degrés, une section verticale d'environ 3500 mètres. Pour placer côte à côte trois bandes calcaires qui produisissent illusoirement à la surface les mêmes effets que ces trois bandes superposées, il faudrait deux failles de plus de 3000 mètres d'amplitude. Un pareil accident stratigraphique ne peut rester inaperçu, même dans les ténèbres d'un tunnel, et ne peut manquer de produire des accidents orographiques de première grandeur qui ne sauraient échapper à un observateur attentif. Pour être moins grandes, les failles devraient être plus nombreuses; or on n'en a pas vu une seule! On ne cite pas de sources thermales dans le voisinage.

» L'observateur peut donc en croire ses yeux, sans craindre d'être induit en erreur par des illusions mystérieuses, et suivre d'un regard assuré, jusqu'à de grandes distances, la prolongation et l'ajustage mutuel des grandes assises du terrain.

» C'est dans cette manière large et féconde, d'où la précision des détails n'est exclue en aucune façon, qu'ont été faites les observations exposées dans le Mémoire déjà cité de M. Sismonda. Ce Mémoire, intitulé *Nuove osservazioni geologiche sulle rocce anthracitifere delle Alpi* (*Nouvelles observations géologiques sur les roches anthracifères des Alpes*), a été lu et approuvé dans la séance du 5 décembre 1866 de l'Académie royale des Sciences de Turin, et publié dans ses Mémoires, 2e série, t. XXIV, p. 333.

» Un exemplaire tiré à part de ce beau travail a été présenté à l'Académie des Sciences de Paris, dans la séance du 18 mars 1867 (1); mais jusqu'ici, malheureusement, il n'a pas été traduit en français.

» L'auteur a placé à la fin du Mémoire la coupe qu'il avait dessinée vingt-cinq ans auparavant, au moment où on commençait à s'occuper du percement des Alpes. Cette coupe, dressée suivant le plan déjà arrêté du futur tunnel, résume sur cet exemple particulier toute la stratigraphie des Alpes occidentales, et l'exécution du tunnel l'a vérifiée avec toute la précision que peut donner un sondage.

» Le tunnel, comme je l'ai déjà remarqué, est en effet un sondage horizontal, et un pareil sondage a sur les sondages verticaux ordinaires trois grands avantages :

» 1° Il est beaucoup plus étendu qu'aucun sondage vertical, car il a 12220 mètres de longueur représentant une épaisseur de couches traversées

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 581.

de 7000 mètres, tandis que les sondages les plus profonds exécutés en Europe, avec des outils qui rapportent les roches traversées, atteignent à peine 1000 mètres, et que les sondages chinois exécutés à la corde, au moyen d'un poids qui écarte les roches sans les faire connaître, ne dépassent pas 3000 mètres.

» 2° Ce sondage horizontal ne se borne pas à fournir des échantillons des roches traversées, il permet aux observateurs de pénétrer dans leur intérieur et de les observer en place avec tous les accidents qu'elles présentent.

» 3° Il permet de mettre les observations faites dans l'intérieur de la terre en rapport direct avec les observations faites à la surface, au moyen d'une coupe géologique ordinaire faite suivant un plan vertical passant par l'axe du tunnel

» Une coupe géologique verticale et un sondage horizontal exécuté dans son plan, et dans toute sa longueur, exercent l'un sur l'autre un contrôle qui donne une grande force à leur réunion et en fait un document géologique de la plus haute portée. Le sondage, c'est-à-dire le tunnel, par sa continuité absolue, écarte toute supposition de failles ou de dislocations imaginaires cachées dans les plis du terrain, et dont l'existence rendrait illusoires les apparences extérieures de la stratification; la coupe, faite à l'extérieur et au grand jour, met cette stratification vérifiée en rapport avec la structure orographique de la contrée. Une tranchée de chemin de fer qui suivrait la ligne de la coupe géologique en restant constamment en déblai, de manière à ce qu'aucun point du terrain ne pût lui échapper, rendrait un service du même genre, mais avec moins d'efficacité que le tunnel, qui, en recoupant toutes les couches à une profondeur considérable, démontre que leur allure est régulière et que les observations faites au jour ne se rapportent pas à des accidents superficiels. Ici l'accord entre l'extérieur et l'intérieur n'a rien laissé à désirer, et il a été assez frappant pour faire dire aux ouvriers, auxquels on a souvent prédit la nature des roches qu'ils allaient rencontrer, que sans doute, *pour les yeux de la science, les montagnes étaient transparentes.*

» On voit que le principal résultat scientifique du percement du tunnel des Alpes occidentales consiste à avoir vérifié la coupe que M. Sismonda avait dressée, à l'époque où l'on a commencé à discuter le projet du percement des Alpes (*voir* la Note A).

» Cette coupe, avec les changements convenables dans les contours extérieurs, pourrait s'appliquer à plusieurs autres localités que M. Sismonda décrit en détail et, je puis le dire, avec la plus grande fidélité, dans le Mémoire à la fin duquel la coupe a été publiée en 1867 seulement.

» Cette coupe est donc la quintescence de la stratigraphie de la Maurienne et de la Tarentaise, et, en la vérifiant, on a vérifié la classification de toutes les couches qui s'y observent.

» En résumé, le terrain anthracifère de la Maurienne et de la Tarentaise est intimement lié au terrain de calcaire schisteux qui appartient au lias supérieur. Il lui est superposé, et il est d'une origine plus récente, ainsi qu'on s'est efforcé de le prouver depuis quelque quarante ans.

» Cette dernière conclusion ne pourrait être infirmée que par la supposition que les 7000 mètres de couches traversées par le tunnel seraient toutes dans une situation renversée; mais cette supposition ne pourrait être vraie pour le tunnel sans l'être aussi pour toutes les autres parties de la Maurienne et de la Tarentaise, qui seraient alors des contrées où les couches sédimentaires ne se verraient jamais que dans une situation renversée : hypothèse paradoxale, qui, je me hâte de le dire, n'a pas été articulée d'une manière complétement explicite, et qu'il serait prématuré, par conséquent, de réfuter dès à présent (*voir* la Note B).

Note A.

« L'idée d'ouvrir une communication par chemin de fer, au moyen d'un percement des Alpes, remonte déjà à trente ans. Elle appartient à M. Medail, de Bardonnèche, qui l'a exposée dans un opuscule publié à Lyon, en 1841. Il l'avait soumise d'abord au roi Charles Albert, qui, toujours occupé d'améliorer la condition du Piémont, avait ordonné à son ministre de l'intérieur, alors M. Desembrois, de faire faire les études nécessaires pour savoir si l'exécution rentrait dans le cercle des choses possibles. Cette grave question fut confiée à l'examen de M. Maus, ingénieur belge, qui arrivait en ce moment à Turin pour prendre la direction des travaux du chemin de fer de Gênes, et à M. Sismonda, professeur de Géologie à l'Université de Turin. Cela eut lieu à la fin de juillet 1845, dans un moment où M. Sismonda se trouvait à Nice, occupé aux études de la carte géologique du Piémont, qu'il a publiée depuis. Ce fut là qu'il reçut la lettre du ministre, M. Desembrois, l'invitant, au nom du roi, à se joindre à M. Maus pour aller, dans les Alpes, examiner s'il était possible de creuser une galerie remplissant toutes les conditions nécessaires pour joindre la Savoie au Piémont, par un chemin de fer. M. Maus et M. Sismonda parcoururent, à plusieurs reprises, dans toutes les directions possibles, toute la partie de la chaîne des Alpes comprise entre le mont Cenis et le mont Genèvre, et conclurent que la ligne qui, à leurs yeux, présentait le plus d'avantages pour un pareil ouvrage était celle déjà indiquée par M. Medail, ligne pour laquelle, après de nouvelles recherches, se décidèrent aussi les ingénieurs distingués MM. Grattoni, Grandis, Sommeiller et Ranco, dont les trois premiers furent chargés de faire exécuter ce travail gigantesque (1).

» Les événements de 1848 et 1849, terminés par le désastre de Novare et suivis de l'ab-

---

(1) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin*, 3e série, t. XXIV, p. 351.

dication du roi CHARLES-ALBERT, suspendirent l'entreprise; mais le roi VICTOR-EMMANUEL ne tarda pas à la reprendre, et, sous son gouvernement énergique, elle a été poursuivie sans interruption, avec toute l'activité que comportait une prudence prévoyante, qui a su éviter de faire jamais aucun pas rétrograde, et grâce à laquelle les deux galeries ouvertes de part et d'autre de la côte traversière se sont rencontrées au-dessous d'elle, avec un écart de 40 centimètres seulement.

» Avant de décider l'exécution du tunnel de Modane à Bardonnèche, on s'était préoccupé, à Turin, des obstacles que pourrait rencontrer son percement, par suite de la nature des rochers à traverser, des fissures et des vides qu'elles pourraient renfermer et des eaux qui pourraient s'y trouver accumulées. La question fut portée devant l'Académie des Sciences de Turin, où s'établit, le 24 février 1850, une discussion à laquelle prirent part le général H. Provaux de Colleguo, M. le professeur Ange Sismonda et l'illustre Plana, qui lors de la mesure du parallèle moyen avait visité les montagnes de la Maurienne et avait séjourné sur plusieurs de leurs cimes les plus élevées. Le *Compte rendu* de la séance contient (1) des extraits d'une lettre que mon excellent ami le général H. de Colleguo m'avait écrite sur ce sujet, dans les premiers jours de l'année 1850, et de la réponse que je lui avais adressée.

» Dans la Lettre de M. de Colleguo on lit les phrases suivantes : « Il doit être possible » et même probable que le grand *tunnel* de 12 kilomètres rencontre, soit des masses de » chaux sulfatée, soit des fentes-cheminées, ayant servi de passage aux gaz qui ont modifié » les calcaires préexistants. Dans le premier cas, la chaux sulfatée sera-t-elle hydratée ou » anhydre ? Si elle est hydratée ne peut-elle pas avoir été dissoute en tout ou en partie par » des eaux souterraines et avoir donné lieu à des réservoirs d'eau intérieurs ? Les fentes » qui ont servi de passage aux gaz ne peuvent-elles pas, de leur côté, avoir été envahies » par les eaux résultant de la fusion partielle des neiges et des glaces qui couvrent les » cimes du massif alpin ?... »

» Je disais moi-même dans ma réponse, à M. de Colleguo : « Vous me parlez d'abord de » la possibilité de rencontrer des masses de gypse existantes ou dissoutes dans la percée de » Modane à Bardonnèche, et peut-être des amas d'eau ; je crois très-fort à cette possibilité, » de même qu'à celle de rencontrer des serpentines, des euphotides, des masses de quartzites » très-durs, et peut-être un noyau central de gneiss feldspathique, très-dur aussi, analogue » à celui du mont Cenis. Si l'on rencontre des masses gypseuses, il me paraît assez probable » qu'elles seront, en grande partie, à l'état anhydre et peut-être salifères. Dans ce cas les » travaux seraient, sous ce rapport, dans des conditions analogues à ceux des mines de Bex » et à ceux des mines de sel du Tyrol et de la Bavière, où il ne se présente jamais rien de » très-effrayant.... »

» L'exécution du *tunnel* permet de juger maintenant ce qu'avaient de fondé les suppositions précédentes, dans lesquelles on avait dû chercher à prévoir tous les cas possibles, même les plus défavorables.

» On n'a pas rencontré le gneiss fondamental sur lequel le calcaire schisteux doit reposer plus ou moins directement, parce que ce calcaire s'est trouvé tellement épais que, même à sa sortie, du côté de Bardonnèche, le tunnel n'en atteint pas encore les parties inférieures.

---

(1) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin*, 2e série, t. XII, p. 70 (séance du 24 février 1850).

Là où l'on aurait pu craindre de trouver le gneiss fondamental on n'a rencontré que du calcaire schisteux, qui, de toutes les roches alpines, est la plus facile à percer.

» On n'a trouvé ni l'euphotide ni la serpentine, qu'on pouvait craindre de rencontrer au milieu des calcaires schisteux, puisque, en face du fort de Bramant ou de l'Esseillon, à 7 kilomètres à l'est-nord-est de la ligne du *tunnel*, elles se sont élevées jusqu'au jour, à travers les mêmes calcaires schisteux. Mais si l'on n'a rencontré ni euphotide ni serpentine, on a constaté leur influence en recueillant des substances talqueuses dans toutes les parties du tunnel et surtout dans celles où il traverse les quartzites et les anhydrites.

» On n'a trouvé de chaux sulfatée qu'à l'état anhydre, et cet anhydrite s'est trouvé salifère et comparable à celui de Bex, ainsi qu'on l'avait prévu.

» Enfin, ainsi qu'on l'avait également prévu, on a rencontré des quartzites très-durs, que le travail de perforation a mis près de deux ans à franchir.

» Mais, parmi toutes les appréhensions dont on avait dû se préoccuper, celle qui s'est le plus heureusement dissipée a été la crainte de rencontrer des eaux souterraines. Rarement, en effet, un percement de galerie a été moins contrarié par l'infiltration des eaux. »

Note B.

« On a allégué, en faveur de l'hypothèse du renversement des couches, qu'une couche peut aussi bien être parvenue à une inclinaison de 50 degrés par un mouvement angulaire de 130 degrés que par un mouvement de 50 degrés; mais on a oublié que l'application de cette vérité géométrique est sous le contrôle du fait, qu'une couche sédimentaire, déposée horizontalement, a nécessairement un *envers* et un *endroit*. Tout le monde comprend comment on exercerait ce contrôle dans des couches portant l'empreinte de pas d'animaux ou chargées de coquilles qui ont vécu adhérentes, telles que des gryphées. On peut l'appliquer également à des dépôts qui renfermeraient des troncs d'arbres fossiles enfouis sur place avec leurs racines dans leur position naturelle.

» J'ai lu autrefois *deux* Mémoires dans lesquels on signalait, dans le terrain anthracifère de la Savoie, des troncs de grands végétaux pétrifiés dans une position perpendiculaire au plan général de la stratification, comme on en voit si souvent et en si grand nombre dans le terrain houiller.

» J'ai oublié le nom de l'auteur du premier de ces Mémoires, mais voici des extraits du second qui était dû à la plume savante et lucide de M. le chanoine Rendu, décédé depuis lors évêque d'Annecy et connu surtout dans la science par les observations qu'il a publiées sur les glaciers de son diocèse.

» Ce Mémoire était intitulé : *Lettre sur quelques points de géologie*, adressée, en 1837, à M. De Luc par M. le chanoine Rendu (1). Ce savant et infatigable explorateur des montagnes de la Savoie y fait connaître un fait qui tendrait à établir péremptoirement que les couches anthracifères des environs de Moutiers ne sont pas à l'*envers*, mais qu'elles ont été simplement inclinées de manière à ce que celle de leurs faces qui était en-dessus au moment de leur dépôt est encore en-dessus.

---

(1) *Lettre de M. le chanoine* Rendu *à* M. De Luc, *naturaliste de Genève, sur quelques points de géologie* (*Mémoires de la Société royale académique de Savoie*, t. VIII, p. 149; 1837).

» Pour bien comprendre la description de M. Rendu, il faut d'abord remarquer qu'il regardait toutes les parties du terrain sédimentaire de la Tarentaise comme tellement liées entre elles qu'il ne distinguait pas les assises anthracifères des assises calcaires, assises dont j'ai moi-même signalé dans le corps de cette Note les nombreux traits de ressemblance et l'intime connexion. Il définit en effet, p. 152, ce terrain pris dans son ensemble dans les termes suivants :

« On retrouve aux environs de Moutiers de grandes masses calcaires qui offrent une étrange » combinaison de tous les éléments des terrains primordiaux. Ce calcaire, ordinairement de » couleur bleuâtre ou gris-noir, est d'uue texture grenue, souvent fibreuse; sa cassure offre » assez ordinairement des facettes brillantes; il passe quelquefois au saccharoïde, rarement » au compacte, souvent au schistoïde et au bréchiforme; il se combine avec l'argile et passe » au calschiste et aux phillades; avec la magnésie, et passe à la dolomie; avec le quartz, et » passe au psammite; avec le talc et le feldspath, et passe à l'arkose. Il contient des couches » d'anthracite, et prend, quand il s'en approche, une couleur charbonneuse, qui, d'après » l'analyse, est due à une substance végétale. Il suffit, dans certains endroits, de parcourir » quelques toises de chemin pour retrouver successivement toutes ces combinaisons. »

» La plupart de ces combinaisons, je dois le faire remarquer, ne sont autre chose que les roches traversées par le tunnel, qui seulement sont décrites en termes différents de ceux du Catalogue précédent et dont les liaisons sont ici plus accentuées encore que dans le tunnel.

« En remontant la petite vallée de Salins, à côté de Moutiers, dit plus loin M. Rendu, on » trouve à gauche et tout près du petit village du même nom, une masse de calcaire stratifié » et coloré en bleu (1), et dont tous les blocs et les fragments les plus petits sont des rhombes » parfaitement déterminés. Après avoir dépassé le village et près du confluent des deux tor- » rents qui coulent dans la vallée, on voit ce calcaire stratifié former la base d'une montagne » d'environ 1500 mètres d'élévation. L'inclinaison est au sud-est et d'environ 55 degrés. » Vers la base de la montagne, à peu près au niveau du sol et entre deux couches d'anthra- » cite, on a découvert des végétaux fossiles dont les empreintes sont assez bien marquées » pour qu'on ait pu en déterminer la classe, qui est celle des cryptogames, et le genre, qui » est celui des *Equisetum*. M. Courtois, dessinateur-lithographe à Chambéry, a eu la com- » plaisance de me faire un dessin de ces fossiles intéressants, que je joins à ma lettre (Planche » insérée dans le volume précité). »

» Cette planche rappelle, sous beaucoup de rapports, celle que M. Brongniart a jointe à son important Mémoire sur la mine du Treuil, dans le terrain houiller de Saint-Étienne. Plusieurs de ces végétaux sont exactement perpendiculaires aux plans des couches. Ils ne sont qu'en partie détachés du rocher auquel ils adhèrent encore, et ils paraissent avoir été saisis sur place, par la matière constituante des couches qui les renferment, au moment où celle-ci s'est déposée. Ces couches, étant comprises entre deux couches d'anthracite, se rapportent vraisemblablement aux combinaisons d'éléments que l'auteur désigne par les noms

(1) Cela doit s'entendre d'un bleu sombre très-voisin du noir. J'ai signalé des teintes bleues dans quelques-unes des roches traversées par le tunnel, et les calcaires schisteux gris, qui y sont si abondants, ont quelquefois une nuance bleue aussi prononcée que le calcaire bleu de la Belgique.

de *Phillade* et de *Psammite*, tout en désignant collectivement l'ensemble du terrain comme calcaire.

« Le fossile n° 1, dit M. Rendu, a trois pouces de diamètre et 2 pieds et demi de long; il
» occupe toute l'épaisseur de la couche, et comme cette couche se trouve à découvert des
» deux côtés, il est impossible de savoir si le fossile, qui a dû être beaucoup plus long, se
» prolongeait en ligne droite d'une couche à l'autre.

« Le n° 2 a trois pouces de diamètre et un pied de longueur, il est un peu aplati, comme
» le sont d'ordinaire les arbres qui se trouvent dans les lignites (près de Chambéry).

» Le n° 3 a quatre pouces de diamètre; mais, comme le prolongement de sa longueur se
» perd dans l'intérieur du strate calcaire, elle ne peut être déterminée.

» Il en est de même du n° 4.

» Le n° 5 a six pouces de diamètre, et semble ne pas appartenir au genre prêle, car on
» ne distingue pas les stries de l'écorce comme dans les précédents. »

» D'après le dessin contenu dans la planche précitée, ce dernier fossile a une surface, sinon striée, du moins cannelée, près des articulations. Il est plus long que tous les autres et a une forme conoïde irrégulière, dont le diamètre à la partie inférieure est plus que double de celui de la partie supérieure. Il laisse voir quatre articulations très-marquées, séparées par des intervalles dont la longueur va en croissant à mesure qu'on s'élève. Le tronçon inférieur, qui est le plus gros et le plus court, est figuré comme présentant à sa base, d'une manière très-distincte, la naissance des racines. Rien ne conduisant à supposer que le dessinateur ait fait une figure de fantaisie, il est évident que ce fossile est placé sur sa base et que la surface supérieure de la couche sur laquelle il s'appuie, et sur laquelle ses racines paraissent s'étendre, est bien la surface supérieure originaire de cette couche. Il est donc inadmissible de supposer que le groupe de couches dont elle fait partie soit dans une position renversée.

» Sans faire allusion à cet ordre de considérations, M. Rendu cherche à déduire des faits qu'il décrit si nettement une objection contre la théorie des soulèvements; mais cette objection ne me paraît pas avoir beaucoup de force, car elle s'appliquerait à toutes les couches, très-nombreuses aujourd'hui, dans lesquelles on a signalé ces troncs de végétaux conservés dans la position où ils ont vécu, qui ont fait admettre la supposition que lors du dépôt de ces couches l'écorce terrestre fléchissait sous le poids qui venait la surcharger de manière à ce que la surface du dépôt restât toujours à peu près à fleur d'eau. »

« A la suite de cette Communication sur la succession des roches rencontrées dans le percement des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonnèche, **M. Faye** fait remarquer qu'il y aurait intérêt à mettre à profit l'ouverture de ce magnifique tunnel, traversant des couches dont il a permis d'explorer si complétement la nature physique, pour étudier la marche du pendule en des points convenablement choisis, à l'intérieur et à l'extérieur de la montagne, de manière à mettre en évidence l'attraction de sa masse. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle planète.* Note de **M. Delaunay.**

« Une nouvelle planète a été découverte à Marseille, par M. Borelly, dans la nuit du mardi 12 septembre au mercredi 13. M. Stephan l'ayant observée immédiatement au télescope, a trouvé la position suivante :

1871.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.
Septembre 12.......	$12^h 46^m 28^s$	$23^h 49^m 1^s,57$	$88° 41' 49'',1$

Position moyenne adoptée pour l'étoile de comparaison.

25 Poissons, 8303 B.A.C. (1871,0).

Ascension droite.	Distance polaire.
$23^h 46^m 28^s,26$	$88° 37' 33'',5$

» Les mouvements horaires sont :

Ascension droite.... $-2^s,58$ Distance polaire.... $+2'',75$

La planète est de 12e grandeur.

» Cette nouvelle planète est la 116e du groupe situé entre Mars et Jupiter. M. Borelly propose de la nommer *Lomia*.

» Averti dès mercredi matin de la découverte qui venait d'être faite dans la nuit précédente, j'ai pu faire observer la planète le soir même, à son passage au méridien de Paris; elle a été également observée les jours suivants. Voici les résultats de ces observations, faites à l'aide de notre grand instrument méridien :

1871.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Distance polaire.	Observateurs.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Septembre 13........	12.18.1	23.48. 8,20	88.42.40,4	Périgaud et Ludinard.
» 14........	12.13.10	23.47.13,63	»	
» 15........	12. 8.19	23.46.18,93	»	
» 16........	12. 3.29	23.45.24,23	88.45.15,4	
» 17........	11.58.38	23.44.29,31	88.46.10,1	

L'observation du 14 est douteuse; le ciel était brumeux.

» Je rappellerai à l'Académie que cette planète est la quatrième dont nous devons la découverte à M. Borelly; c'est lui qui a trouvé dans le ciel la 91e (Égine), la 99e (Dike), et la 110e (Lydie). »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur les mélanges* (suite); *par* **M. P.-A. Favre.**

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est la continuation de travaux antérieurs qui lui ont éte communiqués (1). Il renferme aussi la répétition d'expériences anciennes (2), mais reprises dans de meilleures conditions (3), ou en faisant usage de nouvelles méthodes de con-

(1) *Recherches sur les mélanges* (*Comptes rendus*, t. L, p. 1150; t. LI, p. 316; t. LIX, p. 780; t. LXVI, p. 1231).

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVII, p. 413.

(3) A diverses reprises et récemment encore des critiques vagues et peu fondées ont été exercées à l'égard de mes travaux sur la thermodynamique moléculaire. Bien décidé à laisser de côté toute discussion personnelle, qui serait sans profit pour le public et pour la science, je considère cependant comme un devoir d'entrer dans quelques explications sur la construction et l'emploi du calorimètre à mercure. De cette manière je répondrai à ces critiques et, en même temps, je me trouverai en mesure de fournir aux chimistes et aux physiciens qui voudront faire usage de cet appareil, des renseignements utiles que je dois à trente années de recherches.

Pour que le calorimètre à mercure fonctionne d'une manière satisfaisante, il doit offrir les conditions suivantes, qui sont actuellement très-faciles à réaliser :

1° Il doit avoir au moins deux moufles, pour le cas, par exemple, où deux corps sont appelés à réagir l'un sur l'autre; car il importe que ces corps soient l'un et l'autre à la même température, initiale qui est celle du calorimètre. Il y a même un grand avantage à multiplier les moufles. En effet, lorsqu'on a introduit dans chacun d'eux les corps sur lesquels on veut opérer, les expériences peuvent se succéder sans interruption, puisque la loi du réchauffement de l'appareil, étudiée après une opération, est aussi la loi de son échauffement avant celle qui la suit immédiatement. Ces moufles doivent avoir une capacité qui permette d'opérer sur des quantités assez grandes de matière et en présence d'une quantité d'eau considérable.

2° Il doit contenir une quantité de mercure aussi grande que possible. Ainsi parmi les calorimètres qui sont à ma disposition, il en est un, porteur de sept moufles verticaux ayant chacun une capacité de 200 centimètres cubes environ, qui contient 7 litres de mercure; tandis qu'un autre, porteur de dix moufles également verticaux et de même capacité, n'en contient pas moins de 20 litres. L'emploi d'une quantité considérable de mercure offre deux avantages : le moins important consiste à donner, sur l'échelle du tube calorimétrique, une plus grande longueur à la calorie exprimée en fractions de millimètre; le plus important consiste dans la faible élévation de température de l'instrument pendant les opérations, ce qui permet de ne pas tenir compte des différences que présentent, par rapport à l'eau, les chaleurs spécifiques des mélanges qui se produisent pendant les opérations.

3° L'air doit être complétement expulsé de son intérieur pendant l'opération du remplissage, afin d'éviter la marche par saccades du mercure dans le tube calorimétrique. Cette condition est-très facile à réaliser, à l'aide d'une disposition spéciale (*voir* les calorimè-

trôle. Les résultats ainsi obtenus confirment les conclusions que nous avions cru pouvoir tirer des résultats fournis par nos premières opérations.

» Je donne plus loin les tableaux où sont inscrits les nombres qui expriment les quantités de chaleur que mettent en jeu les diverses opérations.

» Le premier tableau comprend les nombres qui se rapportent à la formation de quelques sels de zinc et de cuivre.

» Comme on peut le voir, les opérations pour chacun des oxydes employés se succèdent jusqu'à la saturation complète de l'acide employé, de telle sorte que, dans chaque série, elles sont aussi nombreuses qu'il existe d'équivalents d'acides dans les 280 équivalents d'eau employés.

---

tres construits par M. L. Golaz) qui permet au mercure, lorsqu'il pénètre en filet très-fin dans son intérieur, où l'on a soin de maintenir le vide à l'aide d'une bonne machine pneumatique, de chasser devant lui la totalité de l'air raréfié.

4° Il faut qu'il soit renfermé dans une boîte de bois remplie de duvet de cygne dans tout l'espace qui n'est pas occupé par la boîte de l'instrument, et ne laisse sortir que le tube calorimétrique et l'extrémité de la tige qui se relie au piston plongeur.

5° Il faut que le tube calorimétrique, bien calibré, ait un diamètre tel, que la sensibilité de l'appareil ne soit pas trop grande.

6° Pour établir la valeur de la calorie exprimée en longueur de marche du mercure dans le tube calorimétrique, il faut, dans une première opération, verser à l'intérieur du calorimètre une quantité de chaleur bien déterminée, et noter la longueur de marche du mercure correspondant, en faisant les corrections que comporte ce genre d'observations. Il faut déterminer cette valeur dans les deux conditions suivantes : 1° lorsque les éprouvettes en verre qui baignent dans le mercure des moufles sont vides; 2° lorsque ces éprouvettes contiennent le maximum d'eau qu'elles peuvent recevoir pendant les opérations : il est alors facile de calculer la valeur de la calorie, pour chacun des états intermédiaires. Ainsi pour le calorimètre à 7 moufles dont je me sers le plus habituellement, ces deux valeurs qui servent à calculer toutes les autres sont, la première, de $0^{mm},164$, lorsque les éprouvettes sont vides, et la seconde de $0^{mm},139$, lorsque les éprouvettes contiennent 500 grammes d'eau.

Si la calorie a été mal déterminée, les résultats fournis par les expériences seront très-inexacts, mais ils ont toujours une valeur relative. Ils sont, du reste, faciles à corriger; car, après avoir établi la valeur réelle de la calorie, il suffit de faire une détermination exacte pour corriger toutes les autres.

La lecture est faite à l'aide d'une lunette, qui se déplace parallèlement au tube calorimétrique, et qui porte un micromètre permettant de lire les cinquantièmes de millimètre.

Lorsque le calorimètre à mercure satisfait à toutes les conditions que je viens de signaler, et lorsqu'on opère dans un local dont la température présente une constance satisfaisante, j'ose presque affirmer que c'est dans la réaction même dont on étudie les effets thermiques qu'il faudra chercher la cause de l'erreur qui peut entacher le résultat d'une opération, lorsque cette erreur ne provient pas de l'inexpérience ou d'une distraction de l'opérateur.

» Dans le second tableau sont consignés les nombres qui expriment la somme des unités de chaleur mise en jeu pendant la dissolution de quelques sels dans l'eau pure ou dans l'eau qui renferme un ou plusieurs équivalents de certains acides ou de certaines bases solubles.

» Le troisième et le quatrième tableau comprennent les nombres correspondant à la dissolution de plusieurs sels dans l'eau pure ou dans l'eau qui contient déjà un ou plusieurs équivalents d'autres sels.

» Dans le cinquième tableau sont inscrits les nombres qui expriment la quantité de chaleur mise en jeu lorsqu'on dissout successivement plusieurs sels dans une même proportion d'eau prise en quantité considérable.

» Enfin dans le sixième et dernier tableau se trouvent les nombres qui se rapportent à la précipitation, à l'état de sulfate de baryte, d'un équivalent d'acide sulfurique emprunté à des sulfates différents :

Tableau I.

OXYDES DISSOUS.	ACIDE sulfurique.		ACIDE azotique.		ACIDE chlorhydrique		ACIDE bromhydrique.	ACIDE iodhydrique.	ACIDE ACÉTIQUE* [1].		
	5 équiv.	2 équiv.	5 équiv.	2 équiv.	5 équiv.	2 équiv.	2 équiv.	2 équiv.	10 équiv.	3 équiv.	2 équiv.
	cal.	cal.	cal.	cal	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Oxyde de zinc	11777	12428	10400	10684	8893	10226	10616	10425	9186	9287	9284
	12195	13019	10371	10671	9275	10255	10895	10813	8347	8383	8394
	12650	»	»	»	9756	»	»	»	8099	8181	»
	13099	»	»	»	10043	»	»	»	7725	»	»
	13523	»	»	»	10303	»	»	»	7723	»	»
	»	»	»	»	»	»	»	»	7515	»	»
MOYENNES.	12649	12722	10385	10677	9654	10240	10755	10619	8099	8617	8839
Oxyde de cuivre...	8886	9286	8067	7889	7292	7754	8032				
	9249	10342	8153	7789	7304	7758	7943				
	9692	»	»	»	7541	»	»				
	10037	»	»	»	7558	»	»				
	10693	»	»	»	7832	»	»				
MOYENNES.	9711	9814	8110	7839	7505	7758	7987				

[1] L'examen des nombres marqués d'un astérisque et de ceux qui sont inscrits au-dessous de ce signe pour l'acétate de zinc, dans le tableau II, conduit à admettre que les différences entre les nombres inscrits sous le même signe dans le tableau I tiennent uniquement à la proportion décroissante de l'eau par rapport au sel qu'elle tient en dissolution, au fur et à mesure que de nouvelles quantités d'oxyde se combinent avec l'acide acétique.

Tableau II.

SELS DISSOUS.	POIDS ÉQUIVALENT des sels dissous.	NOMBRE D'ÉQUIV. D'EAU pour 1 équiv. de sel.	EAU PURE.	L'EAU TIENT EN DISSOLUTION 5 ÉQUIV. d'acide sulfurique.	1 ÉQUIV. d'acide sulfurique.	5 ÉQUIV. d'acide chlorhydrique.	1 ÉQUIV. d'acide chlorhydrique.	5 ÉQUIV. d'acide acétique.	1 ÉQUIV. d'acide acétique.
			cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal
Sulfate de potassium. .	87	193	—3097	— 4496	— 4206	— 5009	— 5160		
Sulfate de sodium.	161	358	—9335	—10925	—10439	—11317	—11393		
Sulfate d'ammonium. .	66	147	— 981	— 2471	— 1977	— 3071	— 3054		
Sulfate de zinc.	143,75	319	—2002	— 3406	— 2827	— 6935	— 3816	—1990	
Sulfate de cuivre.	125	278	—1315	— 2555	— 1998	— 4484	— 3106		
Sulfate de cuivre et d'ammonium.	209	464	—5622						
		116	—5571						
		77	—5441						
		71	—5203(1)						
Azotate de potassium. .	101	224	—8344						
Azotate d'ammonium.	80	267	—6045						
Chlorure de potassium.	74,50	207	—4574	— 4072	— 4241	— 4446	— 4522		
Chlorure d'ammonium.	53,50	149	—3820	— 3770	— 3790	— 4207	— 4027		
Chlorure de cuivre. . . .	85,50	317	2323	2964	2730	909	1830		
		240	2194						
		158	2115						
		120	1980						
		107	1948						
		80	1824						
		16	272						
		8	— 169						
Acétate de zinc.	118,25	440	2088*	4617	5593	2253	3134	2017*	2224*
		264	1728						
		253	1699						
		220	1643						
		147	1299						
		132	1256						
		110	1087						
		88	940						
		63	645						
		49	473						
		44	47						
		22	— 148(2)						

SELS DISSOUS.	POIDS ÉQUIVALENT des sels dissous.	NOMBRE D'ÉQUIV. D'EAU pour 1 équiv. de sel.	EAU PURE.	L'EAU TIENT EN DISSOLUTION 3,80 ÉQ. de soude.	2,05 ÉQ. de soude.	2,19 ÉQ. de soude.	3,07 ÉQ. de potasse.	1,66 ÉQ. de potasse.	1,77 ÉQ. de potasse.
			cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal
Sulfate de potassium. .	87	193	—3097		— 2644			—2453	
Sulfate de sodium.	161	320	—9335	— 8689			— 8671		
Chlorure de potassium.	74,50	207	—4574			— 4171			—4327

(1) L'eau est saturée à 24 degrés.

(2) L'eau à 24 degrés n'a pas dissous la totalité de l'équivalent du sel : c'est donc un minimum.

Tableau III.

SELS DISSOUS.	NOMBRE d'équival. d'eau.	EAU PURE.	EAU TENANT DES SELS EN DISSOLUTION.			
Sulfate de zinc...	319	cal. —2002	cal. —2285 (5 équivalents de sulfate de cuivre.)	cal. —2002 (1 équivalent de sulfate de cuivre.)		
Sulfate de cuivre..	278	—1315	—1286 (5 équivalents de sulfate de zinc.)	—1270 (1 équivalent de sulfate de zinc.)	cal. —1260 (5 équival. de sulfate d'ammonium.)	cal. —1380 (1 équival. de sulfate d'ammonium.)
Chlorure de cuivre.	280	2199	2088 (5 équival. de chorure de potassium.)	2169 (1 équival. de chlorure de potassium.)	1701 (1) (5 équival. de chlor. d'ammonium.)	1950 (1 équival. de chlor. d'ammonium.)

(1) Lorsque, dans de l'eau qui renferme déjà un sel en dissolution, on fait dissoudre un autre sel qui, au lieu de produire du froid, dégage de la chaleur, lorsqu'on l'étend davantage, tel que le chlorure de cuivre ou l'acétate de zinc, par exemple, et qui met en jeu des quantités de chaleur qui varient avec la quantité de dissolvant, il faut tenir compte de l'influence que paraît exercer le sel préalablement dissous et qui semble croître à mesure que sa proportion augmente. Cette influence consisterait à abaisser le nombre fourni par la réaction, comme si cette réaction se produisait en présence d'une proportion d'eau moins considérable.

Tableau IV.

SELS DISSOUS.	230 ÉQUIV. d'eau pure.	230 ÉQUIV. d'eau, tenant en dissolution 1 équival. d'un sel étranger.	SELS ÉTRANGERS en dissolution.
Sulfate de sodium...	cal —9335	cal —9454	Chlorure de cuivre.
» d'ammonium.	—1009	—1018	Id.
» de zinc......	—2002	—1956	Id.
» de sodium...	—9335	—9213	Acétate de zinc.
» de zinc......	—2002	—1970	Id.
Chlor. de potassium.	—4574	—4390	Id.
» de cuivre....	2194	2411 (1)	Id.
Azot. de potassium..	—8185	—8013	Id.
Chlorure de cuivre..	2194	2187	Azot. de potassium.
Acétate de zinc......	1647	1530	Sulf. d'ammonium.

(1) Il se forme un précipité peu abondant.

Tableau V.

SELS, DISSOUS SUCCESSIVEMENT, dans 350 équivalents d'eau.		MÊMES SELS, dissous séparément, dans 350 équival. d'eau.
Sulfate d'ammonium.	cal —1041	
Acétate de zinc......	1889	cal 1908
Azotate de potassium.	—8105	—8202

Tableau VI.

PRÉCIPITATION DE 1 ÉQUIVALENT de sulfate de baryte, en faisant réagir le chlorure de baryum dissous sur les sels suivants également dissous.	
Sulfate d'ammonium...........	2776
» de cuivre...............	2743
» d'ammonium et de cuivre.	2870
» de potassium et de cuivre.	2662
» de sodium.............	2638
» de zinc.................	2735

» L'interprétation des résultats consignés dans les tableaux ci-dessus, conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Ainsi que je l'ai déjà recommandé (1), il faut toujours opérer en présence d'une grande quantité d'eau (*voir* le Tableau II), quoique les sels soient loin d'en exiger un nombre égal d'équivalents pour ne plus accuser d'effet thermique sensible par l'addition d'une nouvelle proportion de ce dissolvant.

» 2° Les acides sulfurique et chlorhydrique, même très-étendus, qui, en se combinant à la base d'un sel en dissolution, un sulfate, par exemple, ne dégagent pas une quantité de chaleur plus considérable que celle que l'acide de ces sels a dégagée en se combinant avec elle (2), exercent sur les dissolutions salines une action que je ne suis pas le premier à signaler, et qui s'accuse par une absorption de chaleur plus ou moins considérable (*voir* les Tableaux I et II).

» Je ferai toutefois remarquer que, dans ce cas, le phénomène thermique qui n'accuse nullement le déplacement de l'acide des sels mis en expérience, accuse encore moins la formation des sels acides, et que ces derniers sels, tout comme les sels doubles, et ainsi que je crois l'avoir démontré depuis longtemps, ne peuvent pas se former en présence d'une quantité d'eau suffisante.

» De nouvelles expériences me paraissent nécessaires avant de chercher à donner l'explication de ce phénomène de refroidissement plus grand sous l'influence des acides, refroidissement qui semble accuser un état de dissociation plus avancé des sels mis en expériences.

» 3° Les oxydes alcalins de potassium et de sodium, employés dans les mêmes conditions (*voir* Tableau II) semblent exercer une action contraire qui s'accuse par un dégagement de chaleur.

» 4° Il ressort de l'inspection des Tableaux III et IV, la confirmation que les sels doubles ne peuvent pas exister en présence d'une quantité d'eau suffisante.

» 5° On sait que le sulfate de zinc et le sulfate de cuivre sont isomorphes, et que, pour cristalliser ensemble, le premier peut perdre, et le second gagner, 2 équivalents d'eau, selon que la masse du second ou celle du premier prédomine. Rien dans les expériences dont les résultats sont consignés au Tableau III n'accuse bien nettement, surtout pour le sulfate de

(1) *Recherches sur les mélanges.* (*Voir* plus haut les sources.)

(2) Dans le cas contraire, il se produit un double phénomène facile à saisir.

cuivre mis en dissolution, une action hydratante ou déshydratante de la part du sel dont la masse est prédominante. Il semble donc probable que, si les sels en se dissolvant conservent leur eau de cristallisation, ce qui est encore loin d'être démontré, le sulfate de zinc ne peut perdre 2 de ses équivalents d'eau, et le sulfate de cuivre s'en assimiler un nombre égal, qu'au moment même où ils cristallisent ensemble.

» 6° Dans une quantité d'eau suffisante qui renferme déjà un ou plusieurs sels en dissolution, on peut faire dissoudre un nouveau sel sans que le phénomène thermique diffère de celui qui se produit lorsqu'on dissout ce sel dans l'eau pure (*voir* les Tableaux IV et V), pourvu toutefois qu'un sel insoluble ne puisse pas prendre naissance. D'où il résulte que, dans ces mélanges, une molécule métalloïdique ou métallique ne peut pas être considérée comme appartenant plus particulièrement à tel métal ou à tel métalloïde; de telle sorte que, lorsqu'on enlève par électrolyse (1) et à l'aide d'un courant suffisamment énergique, une molécule *quelconque* métalloïdique ou métallique, l'état d'équilibre n'est pas rompu parce qu'il part en même temps à l'électrode opposée une molécule *quelconque* aussi métallique ou métalloïdique. Cette conclusion ressort également d'une manière très-nette de l'examen du Tableau VI, dans lequel on voit que le sulfate de baryte se précipite en donnant toujours la même quantité de chaleur, quel que soit le sulfate auquel il emprunte le radical sulfurique, et quel que soit le métal auquel se combine le chlore du chlorure de baryum qui lui a fourni son métal.

» Cette manière d'envisager la constitution des mélanges salins permet de comprendre facilement le phénomène de précipitation des sels insolubles étudié par Berthollet, qui en a donné une explication ingénieuse en s'appuyant sur les idées de Bergmann.

» 7° Les résultats précédents affirment également la loi de thermoneutralité des sels dont la loi des *modules* (2) qui préside à leur formation est une conséquence nécessaire.

» Je termine en faisant remarquer que les nombres, qui, dans ce Mémoire, se rapportent à la dissolution des sels dans une quantité d'eau con-

---

(1) Ainsi que cela ressort d'expériences que je publierai très-prochainement.

(2) Il y a longtemps que cette loi des modules, dont la thermoneutralité des sels est à son tour une conséquence nécessaire, et qui permet de calculer la chaleur fictive de dissolution des sels insolubles, a été établie par mes expériences (voyez *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVII, p. 484).

sidérable, ont été empruntés à la première partie d'un travail entrepris sur les phénomènes thermiques qui accompagnent la *dissociation cristalline* des composés salins, sous l'influence de l'eau, par exemple, employée jusqu'à saturation, ou en grand excès, et portée à des températures différentes.

» Dans ce travail, que nous avons entrepris, M. A. Valson et moi, nous avons abordé une question qui se rattache à un ordre de phénomènes étudié déjà depuis longtemps par M. H. Sainte-Claire Deville, dont l'esprit novateur et fécond a trouvé en cette circonstance une des plus heureuses inspirations. En étudiant ce sujet, nous pourrons peut-être jeter quelque lumière sur le travail mis en jeu par les molécules salines lorsqu'elles s'associent pour édifier les cristaux de formes si variées, et éclairer le chimiste sur le rôle de l'eau dans les sels, et sur les causes de l'efflorescence, de la déliquescence et de l'insolubilité de ces composés, rôle que la *Chimie pondérale* a été jusqu'à présent impuissante à faire connaître. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorie du régulateur* Larivière*; par* **M. H. Resal**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

« Quelque fondées que soient les objections que soulève l'emploi du régulateur *Larivière*, cet appareil n'en est pas moins la réalisation d'une conception fort ingénieuse, et dont les effets mécaniques méritent d'être étudiés.

» Soient :

ϖ le poids spécifique de l'air à la pression atmosphérique;

ω la vitesse angulaire de l'arbre de la machine;

A, a, S les surfaces du piston de la pompe, de l'orifice d'aspiration et du piston du régulateur;

Q le poids de ce dernier piston;

r le rayon de la manivelle de la pompe;

θ l'angle dont cette manivelle a tourné à partir d'un point mort;

z la hauteur à laquelle le piston s'est élevé à partir de sa position la plus basse;

Ω, $\Omega\left(1+\frac{1}{n}\right)$, $\Omega\left(1-\frac{1}{n}\right)$ les valeurs moyennes, maxima et mimima de ω.

» Le mouvement du piston du régulateur est défini par l'équation différentielle

$$\frac{d^2z}{d\theta^2} = \frac{\varpi r^2 S}{2Q}\frac{A^2}{a^2}\sin^2\theta - \frac{g}{\omega^2},$$

qui s'intègre facilement.

» On est conduit à poser

$$\Omega\left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{a}{A}\sqrt{\frac{2gQ}{\varpi r^2 S}}.$$

» Si, pour $\omega = \Omega\left(1 + \frac{1}{n}\right)$, θ_1 et θ_2 sont les valeurs de θ qui correspondent aux moments où le piston est sur le point de se soulever et de retomber, on a

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{2}{n}},\quad \sin 2\theta_2 = 4\left(\frac{2}{n} - \frac{1}{2}\right)\left(\theta_2 - \frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{2}{n}}\right) + \sin\sqrt{\frac{8}{n}}.$$

Pour $n = 9$	$\theta_1 = 62°.44'.0''$	$\theta_2 = 78°.56'.28''$
16	69.38.10	86.32. 3
26	73.44.33	89.25.45

» Les déplacements angulaires entre la levée et la chute du piston sont sensiblement les mêmes dans ces trois cas.

» Si h est la hauteur à laquelle doit s'élever le piston pour que l'admission soit supprimée, on a

$$\frac{\Omega^2}{2g}\left(1 + \frac{2}{n}\right)h = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{2}\right)(\theta_2^2 - \theta_1^2)$$
$$- \frac{\Omega^2}{4}\left(1 + \frac{2}{n}\right)\left[\frac{\cos 2\theta_1 - \cos 2\theta_2}{2} - \sin 2\theta_1(\theta_2 - \theta_1)\right]. »$$

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur quelques points de l'histoire de l'*oïdium aurantiacum. Lettre de **M. Gauthier de Claubry** à M. le Président.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« L'Académie est appelée en ce moment à étudier la question du développement d'un champignon sur le pain de munition, qui vient d'être observé à Paris. A cette occasion, il a été rappelé qu'une Commission instituée par le Ministre de la Guerre avait présenté un Rapport sur une altération du même genre (1).

» En 1831, j'avais examiné du pain confectionné à Chartres, dont la mie

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. IX, p. 5, 1843.

était recouverte d'une grande quantité de champignons, dont la floraison de couleur rouge m'avait paru provenir de l'*uredo rubigo*.

» En 1842, des pains de la Manutention militaire de Paris ayant présenté une altération semblable, l'intendant chargé des approvisionnements me consulta sur sa nature et sur les moyens de s'en préserver. Je reconnus immédiatement sur ces pains l'espèce de champignon que j'avais observée en 1831; je vérifiai l'existence de ses sporules dans les blés de 1841 employés à la Manutention; je déterminai les conditions de son développement, et je fis connaître les moyens de s'y opposer, moyens dont l'expérience démontra l'efficacité.

» Postérieurement, la Commission dont il a été parlé reprit la question, et, sans signaler la source des résultats antérieurement constatés, écrivit (1) : « Dès l'origine de cette altération, plusieurs précautions utiles avaient été » prises par l'Administration, et la Commission s'est empressée d'en indi» quer quelques autres.... » Mes recherches ont été publiées précisément à la même époque que le Rapport de la Commission dont il vient d'être question (2).

» L'opinion des micrographes à l'examen desquels ont été soumis les végétaux développés sur le pain n'a pas été uniforme. M. Montagne les a considérés comme appartenant aux *penicillium*, M. Léveillé comme un *oïdium*, auquel il a donné l'épithète d'*aurantiacum*, qui a été adoptée.

» J'ai cru devoir appeler l'attention de l'Académie sur l'historique de la question au sujet de laquelle elle a été consultée. »

PHYSIQUE. — *Sur un appareil magnéto-électrique*. Note de **M. de Romilly**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« A l'occasion du Mémoire de M. Gramme sur une machine électro-magnétique, je désire appeler l'attention de l'Académie sur un appareil d'induction que j'ai décrit en mars 1866 (3), dans les termes suivants :

» Une lame de fer doux est courbée en cercle de manière à former un cylindre dont le diamètre est beaucoup plus grand que la hauteur.

» Ce cylindre est relié par des croisillons placés à une des basses à un

---

(1) *Loco citato*, p. 7.

(2) *Annales d'Hygiène*, octobre 1843.

(3) Brevet du 3 mars 1866.

axe bien rigide planté normalement et au centre de la base du cylindre, au point de jonction des croisillons; cet axe repose sur des coussinets sur lesquels il peut tourner rapidement. Ce cylindre, entièrement vide à l'intérieur, n'a donc qu'une de ses bases occupée par des croisillons qui servent à le fixer à l'axe de rotation.

» Cette disposition permet d'enrouler sur ce cylindre, suivant les génératrices droites, un fil de cuivre recouvert d'une matière isolante.

» N'enroulons d'abord qu'une demi-circonférence, puis fixons d'un côté du cylindre deux aimants formés chacun d'un barreau d'acier aimanté; deux pôles semblables de ces deux aimants (les pôles nord, je suppose) sont en face l'un de l'autre et laissent passer entre eux la lame cylindrique entourée de fil isolé, qui prend ainsi la polarité opposée. Faisons de même du côté diamétralement opposé du cylindre, de telle sorte que, de ce côté comme de l'autre, un aimant pénètre dans l'intérieur du cylindre, ayant son pôle sud tout près de la lame cylindrique entourée de fil, tandis qu'un autre barreau aimanté est placé extérieurement de telle sorte que le cylindre passe entre deux pôles sud. Maintenant, relions chaque bout du fil embobiné sur la demi-circonférence, à deux contacts placés près de l'axe et isolés l'un de l'autre; de là, joignons par deux fils métalliques ces contacts à un galvanomètre, puis par une poulie solidaire avec l'axe de l'appareil, donnons un mouvement de rotation au cylindre.

» Les fils vont venir tour à tour se placer perpendiculairement entre les deux pôles nord d'un côté, puis entre les deux pôles sud de l'autre. Le fer doux prendra la polarité contraire à celle des aimants dans la partie comprise entre les pôles et soumise à leur influence. Il en résultera des courants concordants tant que la demi-circonférence embobinée passe devant deux pôles de même nom. Mais dès qu'elle passera devant les aimants de polarité opposée, le courant changera de signe. Ainsi, un premier demi-tour donnera un courant dans un sens, et le demi-tour complémentaire donnera un courant d'un sens opposé.

» Si l'on continue l'embobinement du cylindre dans le même sens, je suppose *dextrorsum*, de manière à entourer le cylindre tout entier, on ne pourrait percevoir aucun courant. En effet, pendant qu'une demi-circonférence passerait devant un pôle, l'autre demi-circonférence semblable passerait devant le pôle opposé, donnant l'un un courant inverse de l'autre.

» Pour y remédier, il faut faire conspirer les effets des deux pôles, ce qui est aisé, en enroulant le fil dans le second demi-tour en sens contraire

du premier. Ainsi, si le premier demi-tour est embobiné *dextrorsum*, le deuxième demi-tour devra être *sinistrorsum;* de cette manière, les effets des pôles étant inversés dans chaque demi-tour au moment où le demi-tour *dextrorsum* passera devant les pôles nord, celui qui est enroulé *sinistrorsum* passera devant les pôles sud, et ils donneront en même temps un courant de même signe, l'opposition des tours d'enroulement servant à annuler l'opposition des pôles.

» Le premier demi-tour, après avoir passé devant les pôles nord, se présentera devant les pôles sud, en même temps que le même changement s'effectuera pour la deuxième demi-circonférence devant les pôles nord. A chaque demi-tour le courant des deux demi-circonférences de fils enroulés en sens contraire changera donc en même temps de signe; ainsi, à chaque tour, il y aura deux courants contraires qui parcourront, l'un après l'autre l'ensemble des fils enroulés autour du cylindre de fer doux.

» Au lieu des simples contacts isolés placés sur l'axe du cylindre, plaçons un commutateur, et nous percevrons des courants toujours dans le même sens, et qui produiront l'effet d'un courant continu.

» Au lieu d'une simple rangée de fils, on en superposera plusieurs. Au lieu d'une paire d'aimants de chaque côté, on en placera plusieurs paires, de manière à environner toute une demi-circonférence intérieurement et extérieurement de pôles opposés aux premiers, mais semblables pour cette demi-circonférence.

» La masse des aimants forme donc comme deux cylindres concentriques, entre lesquels tourne le cylindre de fer doux engagé entre les extrémités de ces deux masses cylindriques concentriques.

» La force électro-motrice du courant croît avec le nombre et la longueur des spires de fil enroulé se présentant aux aimants, en même temps que la vitesse de rotation, avec le nombre et la force des aimants.

» Chaque tour entier ou chaque demi-tour de fil est arrêté par ses deux bouts à une borne en laiton, placée sur un morceau de bois fixé aux croisillons qui soutiennent le cylindre. De ces bornes on relie les divers fils superposés, soit de manière à ne former qu'un seul gros fil, soit bout à bout de manière à pouvoir varier, à son gré, la force électro-motrice de l'appareil. Mais il faut bien entendre que cette disposition peut être modifiée d'une manière, pour ainsi dire, indéfinie, en permettant de mettre chaque fois en pratique le même principe.

» J'ai fait exécuter cet appareil, en partie, par M. Lefebvre, frabricant des moteurs Lenoir, et en partie dans mon laboratoire à la date précitée. Il était

formé de deux couronnes ou cylindres, semblables à celui qui est décrit plus haut, et placés aux deux bouts d'un axe recevant, par une poulie, un mouvement de rotation. Chaque couronne était disposée, par rapport à l'autre, de manière à ce que le commutateur de l'une eût à faire le retournement du courant, tandis que l'autre était le plus éloigné du point où ce changement avait lieu.

» Cet appareil donnait un courant continu manifeste au galvanomètre comme au voltamètre. »

M. Geny adresse, de Nice, un Mémoire sur la signification géométrique des fonctions elliptiques doublement périodiques (1).

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note concernant l'application de la lumière électrique à l'éclairage.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Lemaire adresse la description et les dessins des modifications apportées par lui à son chronographe, pour relever les indications d'un baromètre sur un cadran placé à distance.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Pagani adresse une Note relative à un remède préventif et curatif contre la maladie de la vigne.

(Commissaires : MM. Boussingault, Blanchard.)

M. Pigeon adresse une Note concernant diverses questions de médecine, et en particulier les propriétés thérapeutiques de l'acide phénique.

(Renvoi à la Section de Médecine, qui est également la Commission chargée de l'examen des questions adressées pour le concours du legs Bréant.)

MM. Erb, Burgund, Volbach adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

---

(1) La Lettre de l'auteur, qui accompagne cet envoi, signale une expédition déjà faite, de ce même Mémoire, le 10 mai 1870 : les recherches qui, à plusieurs reprises, ont été faites à la poste pour retrouver ce Mémoire, d'après les réclamations parties du Secrétariat, sont restées sans résultat.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique informe l'Académie qu'il l'autorise, conformément à sa demande, à concourir, avec le Bureau des longitudes, aux frais de la mission confiée à *M. Janssen*, pour observer l'éclipse totale de Soleil qui sera visible en Asie, le 11 décembre prochain. M. le Ministre a donné des ordres pour que les fonds destinés à achever de couvrir la somme nécessaire fussent fournis par son administration.

M. J. R. Mayer adresse, de Heilbronn, ses remercîments à l'Académie pour le *prix Poncelet* qui a été décerné à ses travaux sur la thermodynamique.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie, de divers documents relatifs aux secousses de tremblement de terre qui ont été ressenties dans le département de Saône-et-Loire.

M. Delacharme écrit, de Matour (Saône-et-Loire), le 12 septembre :

« Ce matin nous avons ressenti, à $7^h 30^m$, deux secousses de tremblement de terre : la première a été faible, mais la seconde a secoué mon lit d'une si brusque façon que j'ai cru à la chute d'un gros meuble contre la cloison à laquelle il est adossé. Le notaire du pays, qui se trouvait dans sa cour au moment des secousses, a tremblé sur ses jambes ; les vitres de sa maison ont tremblé dans leur mastic, et deux tuiles de la toiture sont tombées.

» Il est midi, le phénomène ne s'est pas reproduit; le temps était couvert de brume, et la pluie est venue vers $8^h 30^m$. Voilà, Monsieur le maréchal, les détails que j'ai recueillis et qui peuvent vous intéresser (1). »

M. Resal écrit à M. le Secrétaire perpétuel :

« Un journal de Saône-et-Loire annonce que le 12 de ce mois, vers $7^h 30^m$ du matin, on a ressenti, à Mâcon, les effets d'un ébranlement du sol pendant une seconde environ.

» Me trouvant accidentellement à Chailly, près de Pouilly-en-Montagne (Côte-d'Or), j'ai constaté le même fait à $7^h 33^m$ (heure de Paris). L'oscillation a été précédée d'un bruit analogue à un roulement de voiture ou d'un orage lointain. »

M. Le Verrier a l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie :

1° Deux séries d'observations d'étoiles filantes faites à l'École normale de Barcelonnette en novembre 1869 et en août 1870;

---

(1) Cette Lettre est transmise à M. le Président, par M. le maréchal Vaillant, actuellement à Gilly-les-Citeaux (Côte-d'Or). L'Académie a entendu, avec un vif intérêt, les nouvelles que M. le maréchal donne de sa santé, dont il espère le rétablissement prochain.

2° Une série d'observations d'étoiles filantes faite à Lodi, par M. *Belli*, en août 1871;

3° Les deux lettres suivantes, relatives au tremblement de terre qui s'est fait sentir en Bourgogne :

Lettre de M. MAGNIEN.

« Ce matin on a ressenti à Trémont une secousse de tremblement de terre. A $7^h 30^m$, le phénomène s'est annoncé par un sourd grondement comparable à celui du tonnerre, et dont j'évalue la durée à quatre à cinq secondes. Le bruit, augmentant graduellement d'intensité, a fini par devenir très-violent au moment de la secousse. Je ne puis mieux le comparer qu'à celui qu'aurait fait une lourde charrette roulant sur le plancher de l'étage supérieur. Puis il s'éteignit peu à peu en trois secondes environ. La durée de la secousse m'a paru être d'une seconde. Ses effets ont été très-diversement ressentis par différentes personnes, suivant la position qu'elles avaient. Celles qui étaient debout, et je suis de ce nombre, n'ont eu que la sensation d'une légère trépidation du sol; d'autres, qui étaient assises, ont éprouvé une sorte de commotion dans les jambes : l'une d'elles fut même jetée sur le côté; d'autres enfin, qui étaient couchées, se sentirent balancées assez fortement et purent même reconnaître que l'impulsion semblait venir du sud-est.

» Dans une chambre du rez-de-chaussée, divers objets suspendus au plafond ne se sont pas mis en mouvement d'une manière appréciable, tandis que, dans une chambre du premier étage, une pile de quatorze gros sous, placée sur le marbre d'une cheminée, a été renversée, et les sous ont été trouvés disposés très-régulièrement sur une ligne de 12 centimètres de longueur. Cette circonstance m'a permis de déterminer avec exactitude la direction du mouvement au moyen de la boussole. J'ai trouvé que cette direction faisait avec celle de l'aiguille aimantée un angle de 27 degrés à l'ouest, ce qui répond assez bien aux commotions ressenties par les différents observateurs.

» Le phénomène a été également ressenti à Tournus et à Plotte. A Tournus, il paraît avoir présenté les mêmes particularités qu'ici : on a remarqué aussi que les personnes assises et surtout couchées ont été secouées plus fortement que celles qui se trouvaient debout. Des pendules ont sonné; chez un bourrelier, des colliers de grelots se sont mis à tinter. A Plotte, le battant d'une porte cochère s'est ouvert. Ces faits peuvent donner une idée de l'intensité du phénomène. »

Lettre de M. LEMOSY.

« Ce matin, 12 septembre, on a éprouvé ici une secousse de tremblement de terre. Le phénomène a eu lieu à $7^h 50^m$. On a ressenti une trépidation légère, accompagnée d'un roulement sourd, assez intense, dont la durée a été de vingt à vingt-cinq secondes; pendant ce roulement, il y a eu deux secousses brusques et assez fortes dans le sens de l'est à l'ouest, et se succédant à quatre secondes d'intervalle. A 8 heures, le baromètre Fortin de M. Geret, opticien, indiquait une pression atmosphérique de $747^{mm},3$. Temps nuageux et calme.

» A l'heure où j'écris ces lignes (1 heure du soir), il ne s'est pas produit de nouvelle secousse. »

4° La lettre suivante de M. *Coumbary*, directeur de l'Observatoire de Constantinople, et relative au froid extraordinaire du mois de mai :

« L'Association scientifique de France a déjà repris la publication de ses bulletins, et c'est avec le plus vif plaisir que nous en avons salué la réapparition. Après les terribles événements qui se sont succédé en France, il y a vraiment lieu de s'étonner de cette prompte réorganisation des travaux de la science.

» Dans la séance de l'Académie des Sciences du 12 juin 1871, M. Élie de Beaumont appelle l'attention sur la période de froid qu'on a traversée du 15 mai au 14 juin en France. Il dit que, durant la nuit du 17 au 18 mai, les jeunes pousses de la vigne et celles des chênes ont été gelées. Le 2 juin, la neige est tombée sur les collines de Nord-Yorkshire.

» Cette période de froid a été en effet bien caractéristique, et ce qui ajoute à son intérêt, c'est qu'elle a traversé nos régions de la Turquie d'Europe, ainsi que celles de l'Asie. On a constaté que les dates de cette manifestation du froid se trouvent en retard à mesure que les lieux se trouvent de plus en plus à l'est du méridien de Paris; et en cela se révèle la même loi que suivent ordinairement dans leur marche les ondulations atmosphériques qui traversent nos régions.

» La période du froid qui, en France, a commencé vers le 15 mai, n'a commencé ici que du 19 au 20, ainsi qu'on peut le voir à l'inspection du diagramme ci-joint, sur lequel sont représentées les courbes thermométriques de diverses stations du réseau météorologique ottoman. Le 28 mai, nous avons eu de la neige aux environs de Monastir, et, du 28 au 30, il y a eu froid intense à Angora. Un fait digne de remarque, c'est que toutes ces perturbations qui nous arrivent de l'ouest exercent leur influence, même sur les régions chaudes qui avoisinent le désert de l'Arabie. »

GÉOMÉTRIE. — *Des courbes tracées sur une surface, et dont la sphère osculatrice est tangente en chaque point à la surface.* Note de **M. G. Darboux**.

« Dans ces derniers temps, les lignes asymptotiques ont été l'objet d'un grand nombre de recherches, et les géomètres les ont déterminées dans un grand nombre de cas. Si l'on se propose de déterminer des lignes sur une surface par la condition qu'en chaque point la sphère osculatrice soit tangente à la surface, on a un problème analogue à celui des lignes asymptotiques, mais qui, à ma connaissance, n'a été ni proposé, ni résolu pour aucune surface. Dans la Note qui suit, je donne l'équation différentielle du second ordre dont dépend évidemment le problème, et j'intègre cette équation dans deux cas importants : 1° pour les surfaces du second ordre; 2° pour les surfaces du quatrième ordre, qui ont pour ligne double le cercle de l'infini.

» Soit

$$F(x, y, z) = 0$$

l'équation de la surface. Toute sphère tangente en un point (x, y, z) a une

équation de la forme

$$(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2 \\ +2\lambda\left[\frac{\partial F}{\partial x}(X-x)+\frac{\partial F}{\partial y}(Y-y)+\frac{\partial F}{\partial z}(Z-z)\right]=0,$$

λ étant un paramètre arbitraire dont la variation donne toutes les sphères tangentes au même point de la surface. Exprimons que cette sphère passe par quatre points consécutifs d'une courbe tracée à partir du point (x, y, z), et, pour cela, différentions trois fois l'équation précédente, en y regardant x, y, z comme constants. Nous aurons

$$(X-x)\,dX+\ldots+\lambda\left(\frac{\partial F}{\partial x}\,dX+\ldots\right)=0,$$

$$dX^2+(X-x)\,d^2X+\ldots+\lambda\left(\frac{\partial F}{\partial x}\,d^2X+\ldots\right)=0,$$

$$3\,dX\,d^2X+(X-x)\,d^3X+\ldots+\lambda\left(\frac{\partial F}{\partial x}\,d^3X+\ldots\right)=0.$$

» Si, dans ces trois équations, nous faisons $X = x, \ldots$, la première est identiquement vérifiée; les deux autres deviennent

$$ds^2+\lambda\left(\frac{\partial F}{\partial x}\,d^2x+\frac{\partial F}{dy}\,d^2y+\frac{\partial F}{\partial z}\,d^2z\right)=0,$$

$$3\,ds\,d^2s+\lambda\left(\frac{\partial F}{\partial x}\,d^3x+\frac{\partial F}{\partial y}\,d^3y+\frac{\partial F}{\partial z}\,d^3z\right)=0,$$

où ds, d^2s désignent les différentielles de l'arc. En éliminant λ par la division, nous obtenons

$$\frac{3\,d^2s}{ds}=\frac{\sum\frac{\partial F}{\partial x}\,d^3x}{\sum\frac{\partial F}{\partial x}\,d^2x}.$$

» Cette dernière équation paraît être du troisième ordre; mais on peut éliminer les différentielles du troisième ordre, au moyen des identités que l'on obtient en différentiant l'équation

$$\sum\frac{\partial F}{\partial x}\,dx=0,$$

et l'on trouve, pour l'équation différentielle du problème,

$$(1)\qquad \frac{3\,d^2s}{ds}=\frac{2\sum d^2x\,d\frac{\partial F}{\partial x}+\sum dx\,d^2\frac{\partial F}{\partial x}}{\sum dx\,d\frac{\partial F}{\partial x}}.$$

» Dans le cas d'une surface du second degré, l'équation précédente s'intègre immédiatement. On a en effet l'*identité*

$$(2) \qquad \sum d^2x\,d\frac{\partial F}{\partial x} = \sum dx\,d^2\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{1}{2}d\left(\sum d\frac{\partial F}{\partial x}dx\right).$$

» L'équation (1) prend donc la forme

$$\frac{2\,d^2s}{ds} = \frac{d\left(\sum dx\,d\frac{\partial F}{\partial x}\right)}{\sum dx\,d\frac{\partial F}{\partial x}}.$$

» Les deux membres deviennent des différentielles exactes; et en intégrant, on est conduit à l'équation

$$(3) \qquad k\,ds^2 = \sum dx\,d\frac{\partial F}{\partial x}.$$

» Cette équation, du premier ordre, peut elle-même s'intégrer par l'emploi des coordonnées elliptiques.

» Elle se ramène à une équation de la forme

$$\frac{(k-\rho)\,d\rho^2}{(\rho-a)(\rho-b)(\rho-c)} = \frac{(k-\rho_1)\,d\rho_1^2}{(\rho_1-a)(\rho_1-b)(\rho_1-c)},$$

où les variables sont séparées. Aux valeurs de k, $k = a, b, c$, correspondent les trois systèmes de sections circulaires. Pour chaque valeur de k, on peut trouver les trajectoires orthogonales des lignes satisfaisant à l'équation différentielle, ce qui comprend, comme cas particulier, un résultat trouvé par M. Catalan sur les trajectoires orthogonales des sections circulaires de l'ellipsoïde.

» Avant de traiter la même question pour toutes les surfaces du quatrième ordre ayant le cercle de l'infini pour ligne double, surfaces que j'appelle des *cyclides*, j'ai besoin de rappeler quelques résultats contenus dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1868. Dans ce Mémoire, j'ai été conduit, en cherchant à mettre sous une forme simple l'équation des cyclides, à une équation remarquable qui donne les propriétés de cinq sphères orthogonales.

» Soient

$$S_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

les équations de cinq sphères orthogonales de rayons R_i; on a l'identité

$$(4) \qquad \sum\left(\frac{S_i}{R_i}\right)^2 = 0.$$

» L'équation

$$\sum \frac{\left(\frac{S_i}{R_i}\right)^2}{\lambda - a_i} = 0$$

représente toutes les cyclides d'un système orthogonal. On voit qu'un point est déterminé par cinq coordonnées S_i qui sont ses puissances par rapport à cinq sphères orthogonales. Ces coordonnées sont liées par l'équation (4); on a donc un système de coordonnées surabondantes, mais dans lequel la relation entre les coordonnées est du second degré. Grâce aux deux équations qui précèdent, j'ai pu étudier des questions qui paraissent très-compliquées. On va voir que ces mêmes équations se prêtent avec beaucoup de facilité à la solution du problème que nous avons en vue.

» Soit

$$(5) \qquad \Sigma A_i \left(\frac{S_i}{R_i}\right)^2 = 0$$

l'équation d'une cyclide. La sphère tangente en un point (s_i) aura pour équation

$$\Sigma (A_i + \lambda) \frac{s_i}{R_i^2} S_i = 0$$

où λ est un paramètre variable. Si l'on exprime que la sphère passe par quatre points consécutifs d'une courbe tracée sur la surface, on obtient les deux équations

$$\Sigma (A_i + \lambda) \frac{s_i d^2 s_i}{R_i^2} = 0,$$

$$\Sigma (A_i + \lambda) s_i \frac{d^3 s_i}{R_i^2} = 0$$

qu'on ramène au moyen des identités (4) et (5) à la forme

$$\Sigma (A_i + \lambda) \left(\frac{ds_i}{R_i}\right)^2 = 0, \quad \Sigma (A_i + \lambda) \frac{ds_i d^2 s_i}{R_i^2} = 0.$$

» La différentiation de la première donne

$$d\lambda = 0, \quad \lambda = k,$$

et l'on est conduit à intégrer l'équation

$$\Sigma (A_i + k) \left(\frac{ds_i}{R_i}\right)^2 = 0.$$

» Cette équation, en introduisant les coordonnées curvilignes détermi-

nées par le système des cyclides orthogonales, prend la forme

$$\frac{(k-\rho)\,d\rho^2}{f(\rho)} = \frac{(k-\rho_1)\,d\rho_1^2}{f(\rho_1)},$$

où $f(\rho)$ est un polynome de cinquième degré et où les variables sont séparées. En donnant à k une des cinq valeurs qui annulent $f(\rho)$, on a les cinq séries de sections circulaires; on peut trouver les trajectoires orthogonales non-seulement des sections circulaires, mais du système de lignes correspondant à une même valeur quelconque de la constante k.

» Je réserve les propriétés géométriques très-nombreuses auxquelles donnent lieu les lignes précédentes et les sphères osculatrices pour un travail complet qui contiendra de nouvelles applications du système de coordonnées surabondantes auquel j'ai été conduit dans le travail déjà cité. Ce système ne prend d'ailleurs toute sa valeur que si l'on applique à la détermination des sphères.

» Si l'on prend l'équation d'une sphère S sous la forme

$$\Sigma\, m_i \frac{S_i}{R_i} = 0,$$

les cinq quantités m_i ont une signification géométrique très-remarquable. Quand la sphère se réduit à un point, elles sont liées par la relation

$$\Sigma m_i^2 = 0.$$

» Si l'on désigne par P_i la puissance du centre de la sphère S par rapport à la sphère S_i, on a

$$m_i = h(P_i - R^2),$$

équation où h est un facteur de proportionnalité et R le rayon de la sphère S; m_i devient nul quand S est orthogonale à la sphère S_i. »

MÉCANIQUE. — *Extrait d'une théorie du déplacement d'une figure qui se déforme.* Note de **M. H. Durrande**, présentée par M. Chasles.

« **1.** On établit aisément par des considérations d'homographie que les formules qui expriment les projections du déplacement infiniment petit d'un point d'une figure sont

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} dx &= dx_0 + x\,da + y\,db + z\,dc,\\ dy &= dy_0 + x\,da' + y\,db' + z\,dc',\\ dz &= dz_0 + x\,da'' + y\,db'' + z\,dc''; \end{aligned}\right.$$

les paramètres da, db, dc,... sont constants quand on passe d'un point à un autre de la figure, si, comme je le suppose, la figure reste homographique à elle-même, et ils varient seulement avec le temps. On peut se proposer de déterminer ces paramètres de manière à mettre en évidence le mouvement de la figure et les déformations de ses diverses parties.

» Soient l la distance du point (x, y, z) au point (x_0, y_0, z_0), α, β, γ les angles que cette droite fait avec les axes coordonnés; si l'on pose

$$d(\cos\alpha) = d\sigma.\cos\xi, \quad d(\cos\beta) = d\sigma.\cos\eta, \quad d(\cos\gamma) = d\sigma.\cos\zeta,$$
$$\frac{dl}{l} = \varepsilon dt,$$

les formules (1) deviennent

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon dt \cos\alpha + d\sigma \cos\xi = da \cos\alpha + db \cos\beta + dc \cos\gamma, \\ \varepsilon dt \cos\beta + d\sigma \cos\eta = da' \cos\alpha + db' \cos\beta + dc' \cos\gamma, \\ \varepsilon dt \cos\gamma + d\sigma \cos\zeta = da'' \cos\alpha + db'' \cos\beta + dc'' \cos\gamma. \end{array} \right.$$

» Les premiers membres de ces équations montrent que le déplacement d'un point quelconque de la figure, relativement au point (x_0, y_0, z_0), résulte de la déformation linéaire εdt, suivant le rayon vecteur l, et de la déviation $d\sigma$ de ce rayon vecteur, ce que l'on pouvait d'ailleurs prévoir *à priori*.

» 2. En multipliant les équations (2) respectivement par $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$, et ajoutant, on trouve

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = \frac{da}{dt}\cos^2\alpha + \frac{db'}{dt}\cos^2\beta + \frac{dc''}{dt}\cos^2\gamma + \left(\frac{db''}{dt} + \frac{dc'}{dt}\right)\cos\beta\cos\gamma \\ \qquad + \left(\frac{dc}{dt} + \frac{da''}{dt}\right)\cos\gamma\cos\alpha + \left(\frac{da'}{dt} + \frac{db}{dt}\right)\cos\alpha\cos\beta. \end{array} \right.$$

» Cette équation exprime la loi suivant laquelle varie ε avec la direction du rayon vecteur l. On peut rendre cette loi plus frappante en portant sur chaque rayon vecteur issu du point (x_0, y_0, z_0) une longueur $\rho = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}$. Si l'on fait

$$X = \rho\cos\alpha, \quad Y = \rho\cos\beta, \quad Z = \rho\cos\gamma,$$

on trouve, pour le lieu des extrémités des rayons ρ,

$$\begin{array}{l} 1 = \frac{da}{dt}X^2 + \frac{db'}{dt}Y^2 + \frac{dc''}{dt}Z^2 \\ \qquad + \left(\frac{db''}{dt} + \frac{dc'}{dt}\right)YZ + \left(\frac{dc}{dt} + \frac{da''}{dt}\right)ZX + \left(\frac{da'}{dt} + \frac{db}{dt}\right)XY, \end{array}$$

équation d'une surface à centre du second ordre.

» Si donc on rapporte cette surface à ses axes principaux, si l'on désigne par ε_1, ε_2, ε_3 les déformations linéaires principales, et qu'on pose

$$db'' = -dc' = p\,dt, \quad dc = -da'' = q\,dt, \quad da' = -db = r\,dt,$$

on aura, pour les composantes de la vitesse du point (x, y, z), les expressions suivantes :

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{dx_0}{dt} + \varepsilon_1 x + (qz - ry), \\ \frac{dy}{dt} &= \frac{dy_0}{dt} + \varepsilon_2 y + (rx - pz), \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{dz_0}{dt} + \varepsilon_3 z + (py - qx). \end{aligned} \right.$$

» En supposant les déformations nulles, on retombe sur les formules du déplacement d'un solide invariable.

» 3. Quant à la déviation angulaire $d\sigma$, elle est liée d'une manière très-simple à la déformation linéaire ε, et à la vitesse angulaire ω dont les composantes sont p, q, r. En posant $\frac{d\sigma}{dt} = \theta$, on trouve

$$(5) \qquad \theta = \frac{2\omega\varepsilon}{\sin(l, \omega)} + \frac{\omega^2}{\sin^2(l, \omega)}.$$

» Je ne m'étendrai pas davantage sur ce point détaché d'une théorie que je me propose de publier ultérieurement. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les spectres des corps appartenant aux familles de l'azote et du chlore.* Note de **M. A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans des Communications précédentes (séance du 4 septembre), nous avons signalé MM. Troost et Hautefeuille, et moi, certains rapprochements, que l'on constate entre le nombre, la position et l'intensité des raies ou bandes les plus lumineuses des spectres de deux groupes de métalloïdes, celui du carbone et celui du soufre. La présente Note a pour objet la comparaison faite au même point de vue des spectres de corps se rattachant à deux autres familles, celles qui ont pour types l'azote et le chlore.

» I. *Famille de l'azote.* — Les spectres du phosphore, de l'arsenic, de l'antimoine et de l'étain ont été étudiés en faisant passer dans la vapeur de leurs chlorures l'étincelle d'une bobine d'induction dont le circuit induit

renferme un condensateur (1), puis éliminant les raies communes dues au chlore; celui de l'azote a été observé en faisant passer la même étincelle dans le gaz pur, à la pression de l'atmosphère. Je n'ai pas l'intention de donner ici une description de chaque spectre, cette question a déjà été traitée et la position des raies bien définie par d'autres observateurs; j'ai dû répéter les expériences surtout afin d'observer, dans les conditions où je me suis placé, la physionomie générale du phénomène, la position et l'intensité des maxima de lumière et aussi la limite visible des spectres au delà de la raie H dans la région de l'ultra-violet. La comparaison des différents spectres entre eux fournit alors les résultats qui suivent (2) :

---

(1) J'ai eu soin de placer toujours un condensateur dans le circuit réduit afin d'avoir les résultats comparables. Dans mes expériences le condensateur paraît avoir pour effet de rendre incomparablement plus brillante toute la partie la moins réfaangible du spectre qui s'étend à gauche du bleu; il permet ainsi de saisir avec plus de facilité et de précision la position et l'intencité des maxima de lumière.

(2) *a*. Le spectre de l'azote s'étend entre les divisions 21 et 116 du micromètre de notre appareil (qui est toujours le spectroscope de M. Steinheil; *voir*, pour la correspondance de ses divisions avec les raies du spectre solaire, ma Note du 4 septembre, *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 623); il présente trois régions où l'intensité lumineuse est la plus grande et qui sont, dans l'orangé, une raie brillante correspondant à la division 27 tout près et à gauche de la raie D du spectre solaire; dans le bleu, deux raies très-brillantes définies par les positions 56 et 58, près de F; dans l'indigo, au voisinage de H, deux raies brillantes, aux points 76 et 78.

b. Le spectre du phosphore, qui commence vers 21, se termine vers 127. Ses maxima d'éclat sont au nombre de trois: le premier, tout près de la raie D et à sa gauche, sur la division 29,5, est une belle raie jaune; le second est formé par une raie bleue très-brillante entre F et G, à la division 60; le troisième est un groupe de deux raies violettes situées aux points 79 et 81, la dernière corresponddant à la raie H.

c. Le spectre de l'arsenic commence à 19 pour se terminer à 127. Il offre aussi trois maxima de lumière: une raie jaune à 31, à droite de la raie D; tout près d'elle, deux raies très-brillantes, aux divisions 69 et 71, à la séparation de l'indigo et du bleu, la dernière correspondant à la raie G; enfin à la limite extrême du violet deux raies à 89 et 91, celle-ci répondant à la raie M.

d. Le spectre de l'antimoine s'étend de 17,5 à 138. Il est caractérisé par trois régions où l'éclat est le plus intense: une raie jaune à la division 33; deux raies indigo à 74 et 75, entre G et H, plus près de G; enfin une bande très-brillante qui répond à l'intervalle PQ dans l'ultra-violet entre 102 et 106, et formée de raies très-rapprochées dont la plus brillante est à la division 105.

e. Enfin, le spectre de l'étain, qui est compris entre 12 et 138, présente encore, comme ceux qui précèdent, trois maxima de lumière : ils répondent, le premier, à un groupe de raies jaunes situées de 35 à 37, à peu près au milieu de DE; le second, à deux raies placées

» 1° Les spectres s'étendent de plus en plus quand on va de l'azote à l'étain; ils commencent en des points fort voisins dans le rouge-orangé, mais les rayons les plus réfrangibles (116 pour l'azote, vers 127 pour le phosphore et l'arsenic, vers 138 pour l'antimoine et l'étain) s'étendent de plus en plus du côté du violet à mesure que les propriétés de l'élément considéré se rapprochent davantage de celles des métaux.

» 2° Les spectres présentent chacun trois maxima d'intensité lumineuse, dus à des raies très-brillantes séparées par des intervalles obscurs ou d'éclat incomparablement plus faible.

» 3° Enfin quand on passe de l'azote à l'étain, les trois maxima se déplacent ensemble et marchent dans le même sens du côté du violet. Le moins réfrangible éprouve le mouvement le plus faible, il passe de la division 27 dans l'orangé pour l'azote, à 35-37 dans le jaune pour l'étain; le plus réfrangible se déplace beaucoup, de la position 76-78 qu'il occupe dans l'indigo pour l'azote, à 113-115 bien loin dans l'ultra-violet pour l'étain; quant à celui que sa réfrangibilité place entre les deux autres, il se déplace plus que le premier, moins que le second, allant des points 56-58 dans le bleu pour l'azote, à 80-84 pour l'étain, à la limite extrême du violet.

» II. *Famille du chlore.* — Les spectres du brome et de l'iode ont été étudiés en faisant passer l'étincelle dans les vapeurs de bromure d'arsenic, de chlorure d'iode ou de brome, puis éliminant les raies de l'arsenic et du chlore. Celui de ce dernier est fourni d'ailleurs par les parties communes aux spectres des différents chlorures employés dans toutes les déterminations précédentes; les résultats auxquels on arrive en comparant entre eux les trois spectres sont les suivants (1) :

» 1° Du chlore à l'iode, ils s'étendent de plus en plus vers l'ultra-violet, mais d'une manière bien moins sensible que dans les autres familles étudiées; du côté du rouge, ils semblent, au contraire, diminuer un peu.

---

de part et d'autre de H, l'une à la division 80 dans l'indigo, l'autre plus éclatante à 84 dans le violet; le troisième enfin a une bande formée de raies très-voisines et située dans l'ultraviolet, au delà de R, entre 113 et 115.

(1) *f.* Le spectre du chlore s'étend entre 13 et 122; il présente deux maxima de lumière formés, le premier, par deux raies situées à la séparation du jaune et du vert à gauche et près de la raie E aux divisions 42 et 43, le second par deux raies vertes très-brillantes placées entre *b* et F, près de *b* aux points 49 et 51. L'espace compris entre 42 et 60 est d'ailleurs plus éclairé que tout le reste du spectre.

g. Le spectre du brome commence vers 17 et se termine vers 125; il offre aussi deux

» 2° Chaque spectre présente deux maxima de lumière accompagnés de bandes moins intenses, mais encore brillantes, et qui limitent à une faible largeur la région vraiment éclatante du spectre.

» 3° Les maxima se rapprochent l'un de l'autre, et la portion brillante du spectre diminue d'étendue quand on va du chlore à l'iode (elle s'étend, en effet, de 42 à 60 pour le premier de ces corps, de 61 à 75 pour le deuxième, de 92 à 105 pour le dernier); de plus, les raies brillantes, très-nettes dans le chlore, sont plus larges pour le brome, et pour l'iode elles prennent tout à fait l'aspect de bandes très-larges et estompées.

» 4° Enfin quand on passe du chlore à l'iode, les trois maxima se déplacent ensemble, entraînant avec eux, vers l'ultra-violet, la partie lumineuse du spectre; on voit, en effet, cette portion brillante qui, pour le chlore, embrasse tout le vert, comprendre pour le brome la seconde moitié du bleu et la première de l'indigo. Pour l'iode, elle est dans l'ultra-violet tout entière.

» III. Lorsqu'on fait passer l'étincelle dans du fluorure de silicium et qu'on élimine du spectre obtenu toutes les raies du silicium, ce qui reste constitue le spectre du fluor. Il s'étend de 20 à 114 environ et présente deux maxima très-nets, caractérisés, l'un par une raie double orangée entre C et D à la division 20, l'autre par une très-belle raie verte double, placée à droite et tout près de F, à la division 57. Toutes les autres raies ou bandes sont très-pâles, le spectre ne présente plus cette région brillante particulière aux corps de la série du chlore, et, de plus, les maxima sont très-écartés l'un de l'autre. Leur position, jointe à ces autres différences, ne permet pas de placer le radical fluor à côté des corps halogènes; la considération des spectres le ferait donc mettre à part.

» *Conclusion.* — En résumé, l'on voit, par ce qui précède, que les modifications que les spectres éprouvent quand on passe de l'un à l'autre des corps d'une même famille sont entièrement comparables à celles que

---

maxima d'éclat : l'un est une raie bleue située à 64 au milieu de FG, l'autre un groupe de raies brillantes à la séparation de l'indigo et du bleu aux divisions 69, 70, 71. L'intervalle de 61 à 75 constitue la partie la plus brillante de ce spectre.

h. Enfin l'iode donne un résultat analogue. Son spectre, compris entre 19 et 132, renferme aussi une portion plus brillante que les autres, située entre 92 et 105, et dans laquelle on distingue encore deux maxima. Une raie double dans l'ultra-violet entre M et N aux divisions 92,5 et 94, puis une bande brillante, estompée, qui s'étend de 97 à 102 du milieu de NO à la raie P, et dans laquelle on distingue difficilement des raies très-voisines. L'intervalle de 94 à 102, qui sépare les deux maxima, est à peine éclairé.

subissent les autres propriétés dans le même passage; les rapprochements que la considération des spectres, telle que nous l'avons entendue, établit entre ces éléments conduiraient à les ranger précisément dans l'ordre que M. Dumas leur a assigné dans sa classification des corps simples en familles naturelles. De plus, les résultats relatifs aux quatre groupes de corps que MM. Troost et Hautefeuille, et moi avons étudiés présentent entre eux certaine analogie, offrent certain caractère de généralité, duquel il semble résulter que les propriétés de tous ces corps ne sont pas tout à fait indépendantes les unes des autres. Pour les quatre familles, en effet, à mesure que l'on passe d'un corps à l'autre en suivant l'ordre indiqué par l'ensemble de toutes leurs propriétés, les spectres s'étendent davantage du côté du violet, tandis que la nature de la substance paraît n'avoir que peu d'influence sur les rayons les moins réfrangibles qui partent toujours de points très-voisins. Chaque spectre présente enfin des maxima d'intensité lumineuse dont le nombre est constant dans nne même famille, et ces maxima marchent tous ensemble vers le violet quand le spectre lui-même s'étend de plus en plus dans cette région. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres du sélénium et du tellure.* Note de **M. G. Salet.**

« 4. Le sélénium, que toutes ses propriétés rapprochent du soufre, présente comme lui deux spectres différents. Je ne décrirai pas le spectre de lignes qui est figuré dans le Mémoire classique de Plücker et Hittorf, mais seulement le spectre de bandes ou spectre du premier ordre. Je l'ai obtenu soit avec l'électricité de faible tension, à l'aide d'un tube à gaînes métalliques semblable à celui qui m'avait servi dans le cas du soufre (1), soit en volatilisant le sélénium dans la flamme de l'hydrogène ou même du gaz d'éclairage.

» On a remarqué que le sélénium, en brûlant dans l'air, donne par lui-

(1) Je ne prétends pas avoir indiqué le premier que la décharge luminense peut être provoquée dans les gaz à travers le verre. L'on sait que, dans l'expérience de l'œuf électrique, la gerbe lumineuse se porte vers la partie du globe de verre qu'on touche extérieurement avec le doigt, l'on a construit depuis longtemps des tubes de Geissler cloisonnés, où l'électricité semble passer plusieurs fois au travers du verre; enfin, tout le monde connaît les belles expériences de M. Becquerel sur la phosphorescence des sulfures, et sur la production de l'ozone par influence, dans un tube de verre clos. Je pense avoir imaginé un dispositif qui permet de mettre à profit ces phénonènes connus pour la production de certains spectres gazeux, et qui supprime ainsi une source d'erreurs dont beaucoup de physiciens désiraient être affranchis.

même un spectre de premier ordre, ce que ne fait pas le soufre; mais cette anomalie apparente s'explique par la différence des températures auxquelles les deux corps deviennent lumineux et par celles des quantités de chaleur produite par la combustion. La radiation des molécules qui brûlent actuellement donne un spectre continu; mais elle peut être assez énergique pour provoquer, chez les molécules voisines et encore libres, l'émission d'une lumière à spectre discontinu. Aussi, lorsqu'on brûle le soufre, non plus dans l'air, mais dans l'oxygène, aperçoit-on des bandes du spectre de premier ordre (Plücker).

» Voici les longueurs d'onde du milieu des bandes observées :

Sélénium.

Électricité.	Combustion.
587	»
579	»
565	565
550	550
537	537
527	527
516	516
505	505
495	495
484	484
indistincts	475
jusqu'en	467
440	461
	indistincts
	jusqu'en
	410

» Dans le spectre électrique, il est difficile de se débarrasser complétement des lignes de deuxième ordre, notamment de celles désignées par M. Ditte (en 546 et 435).

» 5. Les bandes lumineuses du sélénium sont à peu près deux fois plus espacées que celles du soufre. Il était à penser que celles du tellure s'écarteraient encore davantage; mais cela ne paraît pas être le cas. J'ai introduit du tellure dans un petit tube à gaînes en verre de Bohême épais, et j'y ai fait le vide en chauffant le tout au rouge; à cause du peu de volatilité du tellure, il restait un peu d'azote, que l'analyse spectrale pouvait déceler à froid; de plus, il s'était formé un peu d'acide tellureux. J'ai fait passer l'électricité dans l'appareil en le chauffant au rouge : les positions des bandes observées sont consignées ci-dessous. Il est possible que les bandes les plus réfrangibles soient dues à l'acide tellureux : en effet, lorsqu'on vo-

latilise le tellure dans un tube de verre traversé par de l'hydrogène, et qu'on enflamme celui-ci au bout d'un ajutage de platine, on remarque que le noyau verdâtre de la flamme fournit presque uniquement les bandes peu réfrangibles (jusqu'en F environ); les bandes bleues et violettes apparaissent dans la zone de combustion au milieu de la lumière bleue et continue due à celle-ci. Les différences de température dans ces deux zones de la flamme suffiraient peut-être pour expliquer celles que je signale dans le spectre. Les bandes sont ombrées vers le rouge comme celle du soufre.

Tellure.

	Électricité.		Combustion.
	625		625
	615		615
	605		605
	594		594
	584	maximum.	585
	573		574
	566		655
	556		556
	547		547
	542		542
	534		534
	528	minimum	527
	522		522
	516		515
	507		507
	502		501
	498		496
	592		peu distincts
	487		»
	482		»
	477		476
	473	forts	472
	467		467
	460		peu distincts
	456		»
	451		»
	447		447
	440	vagues.	440
	435	id.	435 fort
	433	id.	peu distincts
	428	id.	»
environ	425		»
	420		»
	415		»

» Il arrive souvent qn'on voit apparaître dans l'un ou l'autre des spectres du tellure la raie du thallium en 535.

» *Nota.* La position de sept des bandes du *soufre* doit être rétablie ainsi : à partir de 467, dans les deux spectres, on trouve les bandes suivantes, qui ne diffèrent que par leur éclat respectif : 472, 477, 481, 485, 489,5, 495, 500, puis 504, etc. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sels ammoniacaux;*
par **M. Berthelot.**

« Ayant observé dans le cours de mes expériences sur la nitrification, que la réaction du carbonate de potasse dissous sur les sels ammoniacaux dissous donne lieu à une absorption de chaleur considérable, plus de 3000 calories par équivalent, j'ai entrepris une série de recherches pour éclaircir la cause de ce singulier phénomène; je dis singulier, car il contraste étrangement avec l'absence de changement thermique notable dans le mélange des dissolutions salines ordinaires. Je suis parvenu ainsi à des résultats qui me semblent importants, sur l'état des sels en dissolution, et sur leurs actions réciproques. Je vais exposer aujourd'hui la partie de ces résultats qui concerne les sels ammoniacaux. Je parlerai d'abord des sels formés par les acides forts : chlorhydrique, azotique, sulfurique; puis je viendrai aux sels formés par les acides faibles : carbonique, borique, cyanhydrique, phénique, sulfhydrique, lesquels offrent beaucoup plus d'intérêt; enfin, je terminerai par les actions réciproques entre ces divers sels et les sels alcalins correspondants.

I. *Sels ammoniacaux formés par les acides forts.*

» **1.** Quoique la chaleur dégagée par la réaction de l'ammoniaque sur les acides ait déjà été déterminée par divers observateurs, j'ai cru devoir la mesurer de nouveau, ainsi que la chaleur dégagée par l'union des mêmes acides avec la potasse et la soude.

» **2.** Voici les chiffres; ils se rapportent tous à des liqueurs renfermant $\frac{1}{2}$ équivalent par litre; leur mélange à volumes égaux produit une liqueur renfermant $\frac{1}{4}$ équivalent de sel neutre par litre (1 pour $210 H^2O^2$) :

Corps réagissants.	1re série.	2e série.	Moyenne.
$HCl + AzH^3$	+12,63	+12,27	12,45
$AzO^6H + AzH^3$	+12,53	+12,62	12,57
$SO^4H + AzH^3$	+14,75	+14,32	14,53

» Les deux séries ont été faites avec des préparations différentes. Dans la première série relative à l'acide sulfurique, j'ai opéré d'une part avec un échantillon d'acide dissous la veille, et d'autre part avec un échantillon dissous il y a douze ans, afin d'examiner si l'acide dégage tout d'abord toute sa chaleur de combinaison avec l'eau; ou bien si l'action est progressive, comme quelques auteurs l'ont pensé. L'expérience a indiqué une réaction immédiatement accomplie, les deux acides dégageant la même quantité de chaleur en s'unissant avec l'ammoniaque.

» 3. Ces valeurs ne changent pas sensiblement par l'addition d'un excès d'eau, d'acide (1) ou d'ammoniaque, ce qui indique que la saturation réciproque est complète, ou sensiblement, et indépendante de l'eau mise en présence :

$AzH^3.HCl$ (2) + son volume d'eau	+ 0,015
» + HCl (volumes et équivalents égaux).	— 0,040
» + AzH^3 » .	+ 0,008
$AzH^3.AzO^6H$ + son volume d'eau................	— 0,105
» + AzO^6H	+ 0,020
» + AzH^3..........................	»
$AzH^3.SO^4H$ + son volume d'eau.................	+ 0,020
» + AzH^3	— 0,020
SO^4H + son volume d'eau.......................	+ 0,160
HCl + son volume d'eau......................	+ 0,050
AzO^6H + son volume d'eau.....................	— 0,020
AzH^3 + son volume d'eau	0,000

» La plupart de ces quantités ne s'écartent guère des limites d'erreur des expériences (lesquelles sont comprises entre 0,025 et 0,050); je les ai données pour préciser les idées sur leur ordre de grandeur.

» Les valeurs relatives à la saturation des acides par l'ammoniaque peuvent être vérifiées par trois autres méthodes : l'une, signalée par M. Thomsen, consiste à faire agir sur un sel formé par un acide un autre acide, et, réciproquement, à faire agir sur le sel de cet autre acide le premier acide (théorème relatif à l'*action réciproque des acides sur les sels*). La différence des deux effets thermiques est égale à la différence des chaleurs de neutralisation, pourvu que l'on opère en présence de la même quantité

(1) Sauf pour l'acide sulfurique, lequel forme un bisulfate sur lequel je reviendrai avec plus de détails.

(2) Liqueur contenant $\frac{1}{2}$ équivalent par litre.

d'eau (1) :

$$K_1 - K = N - N_1.$$

» J'ai trouvé

		$K_1 - K$.	$N - N_1$.
$AzH^3.HCl + SO^4H$	+ 0,388	2,044	2,080
$AzH^3.SO^4H + HCl$	− 1,656		

» M. Thomsen a donné + 0,32 et − 1,48 :

$AzH^3.AzO^6H + SO^4H$	+ 0,303	2,060	1,96
$AzH^3.SO^4H + AzO^6H$	− 1,757		

» Le chlorhydrate d'ammoniaque et l'acide azotique d'une part, l'azotate d'ammoniaque et l'acide chlorhydrique d'autre part, donnent lieu à des effets thermiques très-petits, comme on pouvait le prévoir d'après la presque identité des chaleurs de neutralisation de ces deux acides.

» 4. J'ai trouvé une nouvelle vérification, qui consiste à faire agir la potasse sur un sel ammoniacal, puis l'ammoniaque sur le sel potassique correspondant : la différence des deux phénomènes thermiques est égale à la différence des chaleurs de neutralisation (théorème relatif à l'*action réciproque des bases sur les sels*).

» L'expérience a donné :

		$K_1 - K$	$N - N_1$
$SO^4Am + KO$	+ 1,34	+ 1,48	+ 1,18,
$SO^4K + AzH^3$	− 0,14		
$SO^4Am + NaO$	+ 1,25	+ 1,38	+ 1,34,
$SO^4Na + AzH^3$	− 0,13		
$AmCl + KO$	+ 1,34	+ 1,37	+ 1,14,
$KCl + AzH^3$	− 0,03		
$AmCl + NaO$	+ 1,33	+ 1,37	+ 1,24.
$NaCl + AzH^3$	− 0,04		

» 5. Ces calculs reposent sur la connaissance de la chaleur dégagée dans la réaction des autres bases sur les mêmes acides (2). J'ai trouvé :

Corps réagissants.	Mes expériences.	D'après M. Thomsen (3).
$SO^4H + KO$	15,71	15,645
$HCl + KO$	13,59	13,75

(1) Pour démontrer ce théorème, il suffit de partir d'un système initial formé par les deux acides et la base séparés, et d'arriver à un système final formé par le mélange des trois liqueurs. Le résultat thermique est identique, quel que soit l'ordre suivi.

(2) Toutes les liqueurs contenaient $\frac{1}{2}$ équivalent d'acide et $\frac{1}{2}$ équivalent de base par litre, ce qui fait $\frac{1}{4}$ d'équivalent de sel par litre.

(3) J'ai transcrit les valeurs données par cet auteur dans le *Berichte* de la Société chimique

Corps réagissants.	Mes expériences.	D'après M. Thomson.
$AzO^6H + KO$	13,83	13,77
$SO^4H + NaO$	15,87	15,69
$HCl + NaO$	13,69	13,74
$AzO^6H + NaO$	13,72	13,68
$SO^4H + CaO$ (1)	16,02	15,57
$HCl + CaO$ (dissoute)	13,85	13,95
$SO^4H + BaO$	18,40	18,45

» On voit que la formation des sels ammoniacaux dégage moins de chaleur que celle des sels alcalins : 1,300 environ pour les sels correspondants.

» 6. Une autre méthode de vérification consiste à faire agir deux à deux les quatre sels formés par deux bases et deux acides différents (théorème relatif à l'*action réciproque des sels*); la différence des deux effets thermiques, $K - K_1$, est représentée par l'excès que l'on obtient en retranchant la différence des chaleurs de neutralisation des deux acides, relativement à une base, de la même différence pour l'autre base (2) :

$$K_1 - K = (N - N_1) - (N' - N'_1).$$

» Ce théorème, que je crois nouveau, me servira dans l'une des parties suivantes, pour contrôler les chaleurs de neutralisation de certains acides faibles et très-peu solubles dans l'eau. Je vais l'employer dès à présent pour vérifier les valeurs relatives à la saturation des acides par l'ammoniaque.

» J'ai trouvé :

» 7. Soit donc l'action réciproque entre les sels ammoniacaux et les sels de potasse :

		$K_1 - K$	$(N - N_1) - (N' - N'_1)$
$SO^4Am + AzO^6K$ ...	$-0,101$	$-0,146$	$1,18 - 1,26 = -0,08$
$SO^4K + AzO^6Am$ ..	$+0,045$		
$SO^4Am + KCl$	$0,000$	$+0,024$	$1,18 - 1,14 = +0,04$
$SO^4K + AmCl$	$-0,024$		
$KCl + AzO^6Am$.	$+0,111$	$+0,222$	$1,26 - 1,14 = +0,12$
$AmCl + AzO^6K$ ...	$-0,111$		

---

de Berlin, en juillet 1871. Il y a de très-légères différences avec les valeurs antérieures du même auteur.

La concordance entre mes résultats et ceux de M. Thomsen pour la potasse et la soude est très-grande, plus grande qu'avec tout autre expérimentateur.

(1) La chaux étant dissoute, ainsi que le sulfate de chaux, les liqueurs sont beaucoup plus étendues qu'avec les alcalis proprement dits, ce qui diminue la précision.

(2) Système initial : les dissolutions des deux bases et des deux acides séparés; système

» Les sels de soude ont donné des résultats semblables.

» Ces vérifications, dans chacune desquelles entrent six valeurs déterminées par expérience, montrent que chacune de ces valeurs peut être regardée comme exacte avec une approximation supérieure à $0^c,025$ en moyenne; ce qui est conforme aux prévisions déduites des limites d'erreur des appareils. Je me servirai donc du théorème

$$K_1 - K = (N - N_1) - (N' - N'_1)$$

pour déterminer l'une des valeurs N, toutes les fois que cette valeur ne pourra être obtenue directement avec une exactitude suffisante. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition spontanée du bisulfite de potasse : réponse aux observations de* M. Langlois. 2ᵉ Note de **M. C. Saint-Pierre**, présentée par M. Balard.

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur (*Comptes rendus*, 12 mars 1866) de faire connaître à l'Académie la réaction du bisulfite de potasse en vase clos sur ses propres éléments. Comme résultat de cette réaction, j'ai constaté la formation de l'acide trithionique, de l'acide sulfurique et le dépôt d'une quantité très-notable de soufre. Ces premières recherches ont été l'objet d'observations de la part de M. Langlois (*Comptes rendus*, 9 avril 1866). Pour répondre à ces critiques, j'ai institué de nouvelles expériences, dont la lenteur a retardé la présente Communication.

» A. Un ballon d'essayeur restant de ma troisième expérience a été suivi dans ses modifications. Ce ballon, rempli de bisulfite de potasse le 26 mars 1862, a commencé à jaunir et à se troubler en 1865, et a présenté un dépôt de soufre très-apparent dès 1866. En 1868, le dépôt était presque aussi abondant qu'aujourd'hui, et la liqueur se décolorait sensiblement. La quantité de soufre ne laisse aucun doute sur sa nature. La lenteur de la réaction indique bien qu'aucune impureté n'est venue la déterminer. J'ai l'honneur d'adresser ce ballon à l'Académie.

» B. Dans d'autres tubes de la même expérience, du 26 mars 1862, j'ai constaté de nouveau le dépôt du soufre, la formation de l'acide sulfurique et la présence de divers acides de la série thionique. La liqueur n'était pas saturée.

---

final : les quatre liqueurs mélangées. Le résultat thermique est identique, quel que soit l'ordre suivi. Il faut opérer en présence de la même quantité d'eau.

» C. M. Langlois attribue le résultat de mes expériences à la grande dilution de la liqueur. L'expérience ci-après répond à cette objection. Le 21 juin 1867, je prépare du bisulfite en solution concentrée par l'action du gaz sulfureux sur le carbonate de potasse fondu et puis dissous dans l'eau. La liqueur cristallise, elle est donc saturée. On scelle les tubes avec les cristaux, et on les abandonne à la température du laboratoire. Le 5 novembre 1867, la liqueur a pris une teinte jaunâtre, et commence à se troubler. En 1868, le dépôt de soufre est manifesté, la liqueur jaunit de plus en plus. En 1869, le dépôt de soufre prend une certaine cohésion; pendant l'été de 1870, il augmente encore. Aujourd'hui des cristaux se voient toujours au sein de la liqueur, au milieu du soufre déposé.

» La réaction a donc eu lieu dans une solution concentrée et sans chauffer. L'examen de plusieurs tubes a établi la production d'une quantité notable d'acide sulfurique et de composés thioniques. J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un ballon scellé conservé dans cette expérience.

» D. Le 5 novembre 1867, je place dans un tube scellé une solution saturée de bisulfite de potasse, et je l'étends de deux fois son volume d'eau. Ce tube a présenté les mêmes phénomènes que ceux de l'expérience précédente.

» Si je discute mes expériences, j'y trouve un fait constant et absolument hors de doute : c'est le dépôt spontané de soufre, aussi bien dans les liqueurs saturées de bisulfite de potasse que dans les liqueurs étendues. Ce dépôt est considérable; ni les réactions, ni le dosage n'ont pu me tromper sur la nature et la quantité de ce produit. Il en est de même de la présence de l'acide sulfurique. Or, le dépôt de soufre étant admis, il ne peut paraître étonnant que l'acide sulfurique et d'autres acides du soufre aient pris naissance dans la liqueur. Quant à savoir si le soufre provient de réactions secondaires et de la destruction d'un hyposulfite, je ne vois pas en quoi ce fait modifierait l'exactitude de mes observations. Je n'ai pas songé d'ailleurs à infirmer la valeur du procédé de M. Langlois pour la préparation du trithionate de potasse, bien que j'aie établi dans ma première Note que la présence du soufre n'est pas indispensable à la réaction; mais, j'en conviens, la lenteur de la décomposition spontanée du bisulfite de potasse est trop grande pour faire de cette action un procédé de laboratoire.

» En résumé, je crois avoir démontré aujourd'hui que l'objection tirée de la dilution de la liqueur n'est pas fondée. Je persiste dans mes conclusions, à savoir : la décomposision spontanée du bisulfite de potasse a lieu

à la température ordinaire, mais exige beaucoup de temps; elle donne naissance à du soufre, de l'acide sulfurique et des acides thioniques. Une prochaine Note fera connaître mes recherches sur d'autres bisulfites. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la méthyldiphénylamine*. Note de **M. Ch. Bardy**, présentée par M. Cahours.

« Dans un travail inséré aux *Comptes rendus* du 4 septembre dernier, MM. Ch. Girard et G. Vogt annoncent la découverte de la méthyldiphénylamine par la réaction de la méthylaniline sur le chlorhydrate d'aniline.

» Le mode de préparation et les réactions propres à cet alcaloïde ont été décrits par moi en janvier 1870 et reproduits cette même année dans un recueil scientifique (1). Je n'élèverais point aujourd'hui de réclamation s'il ne s'agissait que d'une simple question de priorité, mais cette Communication a un côté scientifique sur lequel il n'est pas sans intérêt d'insister; il s'agit, en effet, d'une question d'isomérie.

» Quand on fait réagir l'iodure de méthyle sur la diphénylamine, ou lorsqu'on traite sous pression le chlorhydrate de cet alcaloïde par l'alcool méthylique suivant la méthode de M. Berthelot, méthode que j'ai introduite dans l'industrie pour la préparation de la méthylaniline, on obtient une susbtance liquide, incolore, d'une odeur agréable rappelant celle de son générateur la diphénylamine, bouillant à 290 degrés sous la pression ordinaire, donnant avec l'acide nitrique une magnifique coloration violette à pellicules mordorées et une couleur bleue avec la plupart des agents déshydrogénants.

» Le mode de production de cet alcaloïde par les méthodes ordinaires me permet d'affirmer que le corps que j'ai décrit est bien la véritable méthyldiphénylamine.

» Si, comme l'indiquent MM. Ch. Girard et J. Vogt, on fait réagir sur le chlorhydrate d'aniline, la méthylaniline, on obtient en effet, au milieu de beaucoup de matières goudronneuses, un liquide volatil, qui, à part le point d'ébullition, ne ressemble en rien au corps précédent ni par l'odeur, ni par les réactions colorées, et je dois ajouter qu'à aucun moment de la distillation les liquides ne contiennent la moindre trace du produit que j'ai décrit, et dont la plus faible quantité serait décelée par l'acide nitrique, ainsi que l'expérience directe me l'a appris.

---

(1) Brevet n° 88713. — *Moniteur scientifique*, 1870, p. 553.

» Si donc le corps décrit comme de la méthyldiphénylamine en a la composition (et les auteurs ne donnent pas d'analyses), il ne peut être qu'un isomère de celui que j'ai obtenu par les procédés classiques; son mode de formation permettrait, en effet, d'attribuer à cet alcaloïde un groupement moléculaire différent. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur quelques particularités des perceptions visuelles objectives et subjectives.* Note de M. **Dubrunfaut.**

« Ayant eu à faire, depuis de nombreuses années, des observations sur tout ce qui se rattache aux fonctions et à l'usage des appareils oculaires, nous nous proposons de publier un Mémoire qui résumera ces études. Cependant, comme il reste encore des lacunes à remplir dans ce travail, nous croyons devoir en faire connaître sommairement les conséquences principales.

» 1° Dans la célèbre expérience de Buffon sur les couleurs accidentelles, l'image subjective existe, toute formée sur la rétine et superposée à l'image objective, ainsi qu'on peut le déduire des expériences et des faits connus. Par conséquent, il est inexact de dire, comme on le fait généralement depuis et d'après Buffon, que les couleurs accidentelles sont les compléments physiques des couleurs des objets qui les font naître; et, en effet, s'il en était ainsi, tous les corps observés dans les conditions de l'expérience de Buffon apparaîtraient blancs dans la lumière blanche, ce qui n'est pas; et il est à remarquer qu'ils sont seulement modifiés dans leur teinte propre dans le sens de l'image complémentaire qui leur est superposée. Ces phénomènes se compliquent d'ailleurs des faits de contrastes simultanés qui varient avec la couleur du fond sur lequel on les observe.

» 2° Les effets de contrastes simultanés, savamment étudiés par M. Chevreul, ne sont pas, plus que les couleurs accidentelles, soumises à la loi absolue des couleurs complémentaires. Ils paraissent dériver, comme ces dernières, d'une même cause, susceptible de les relier et de les expliquer comme phénomènes subjectifs.

» 3° Une image colorée (rouge par exemple), vue sur un fond blanc dans les conditions de l'expérience de Buffon, apparaît, par suite d'un effet de contraste simultané, environnée d'une auréole verdâtre, qui, ainsi que l'a reconnu M. Chevreul, s'affaiblit avec la distance. Cette expérience prouve que l'auréole qui appartient à l'image complémentaire de l'image objective émane de cette dernière sous forme de rayons divergents, qui suivent,

dans leur propagation, la loi géométrique commune aux actions qui partent d'un même centre. Elle prouve que la couleur accidentelle provient de la même source que la couleur de contraste simultané, et les deux sensations sont perçues par la rétine comme deux effets distincts d'une même cause. Il est à remarquer encore que, dans cette expérience, l'auréole subjective de contraste se comporte comme image objective, car elle produit une image accidentelle de teinte complémentaire approximative, comme le fait l'image objective elle-même.

» 4° L'explication que l'on donne généralement, depuis Newton, des faits de coloratiou des corps éclairés par la lumière blanche est une erreur de même ordre que les erreurs que nous venons de signaler. En effet si, comme nous croyons l'avoir démontré (1° et 2°), l'image subjective existe toute formée dans l'expérience de Buffon, et si elle est empruntée à la lumière blanche décomposée d'une façon inconnue par le corps coloré, on ne peut admettre avec Newton que la couleur complémentaire des objets qui apparaissent colorés est absorbée entièrement par le corps coloré lui-même. Cette absorption ne peut être que partielle, comme cela s'observe dans les parties vertes des plantes, et la fraction de la couleur complémentaire qui n'est pas utilisée par absorption concourt à la production des images de contrastes simultanées et successives.

» 5° La distinction physique des images objectives et subjectives empruntée à la métaphysique est parfaitement légitime, parce qu'elle se prête bien à l'explication et à la classification des phénomènes. Les images objectives ont, en général, leur centre de propagation en dehors des organes de perception des sensations, tandis que les images subjectives ont pour siége et centre de propagation la rétine, qui devient ainsi, dans ce cas, centre actif et passif de sensation. M. Plateau, dans le but de justifier sa théorie ingénieuse des sensations antagonostes objectives et subjectives, a fait remarquer l'opposition des deux ordres de sensations comme couleur et comme action à distance. Ces distinctions acquièrent une grande importance pour l'explication des particularités nouvelles que nous aurons à signaler ci-après. En effet, quand les dimensions des images objectives suivent la loi de réciprocité du carré de la distance, les images subjectives, au contraire, suivent la raison directe du carré de cette distance.

» 6° Les phosphènes, qui apparaissent en traits de foudre de Jupiter, sont, selon nos observations, la configuration exacte de la forme des vaisseaux sanguins de la rétine; seulement ces vaisseaux sont vus considérablement

amplifiés par un acte qui paraît rentrer dans les facultés propres du sensorium. Les phosphènes connaissent pour cause un engorgement passager des vaisseaux sanguins de la rétine, qui produisent ainsi tactilement, par leur action sur les papilles nerveuses, la lumière étudiée par Magendie, et il faut que, dans ce cas, comme dans tous les cas analogues, la production de lumière soit considérable, puisqu'elle est comparable, dans ses effets, à celle de la lumière électrique. Les cercles et les arcs de feu observés dans la pression et le mouvement des globes oculaires sont, comme les phosphènes, des effets de lumière produits tactilement sur le nerf optique, et ils représentent la configuration linéaire et agrandie des points du nerf optique excités.

» 7° Nous avons eu l'occasion d'observer souvent un phénomène que nous n'avons vu publié nulle part, quoiqu'il rentre dans la catégorie des faits connus que nous venons de rappeler. Nous pouvons pour ainsi dire voir à volonté la circulation des globules sanguins des vaisseaux de nos rétines, comme on la verrait avec un microscope doué d'un pouvoir amplifiant considérable. Les globules, dans ce cas, se dessinent nettement en noir sur un fond faiblement éclairé, et le sens de leur mouvement est parfaitement net. Ici encore le sensorium doit disposer d'une lumière intense et d'un procédé amplifiant considérable, et, remarquons-le, ces particularités s'appliquent exclusivement à des images subjectives, c'est-à-dire à celles qui, ayant leur centre de propagation dans la rétine, peuvent être grossies par projection en divergeant proportionnellement au carré de la distance.

» 8° En observant un faisceau lumineux qui a traversé la fente réglée entre deux biseaux pour faire naître le phénomène des franges, on distingue deux images de constitutions différentes, suivant la position verticale ou horizontale de la fente par rapport à l'œil. Cette particularité nous paraît mettre en évidence, dans la structure de l'œil, une différence qui se manifeste dans deux positions rectangulaires.

» 9° Nous pouvons rendre manifeste le *punctum cœcum* découvert par Mariotte à l'aide d'une expérience simple et nouvelle, qui permet de mieux étudier les conditions de cette propriété de la rétine. En projetant, après le repos de la nuit, la vue sur le plafond d'une pièce faiblement éclairée par la lumière d'une veilleuse et en ayant soin d'observer immédiatement et successivement pour chaque œil, on remarque deux images noires qui se dessinent symétriquement sur les rétines aux points correspondant à ceux qui sont connus comme siége des *punctum cœcum*. L'œil droit donne

l'image à droite et l'œil gauche la donne à gauche, c'est-à-dire renversées. Ces impressions sont fugaces, mais elles peuvent se reproduire un grand nombre de fois consécutives, en ouvrant les yeux après les avoir tenus fermés pendant quelques instants. Les deux images sont de formes et de dimensions inégales, et elles reproduisent indubitablement les formes et les dimensions relatives des deux points pour chaque individu. Pour nous, le *punctum cœcum* de l'œil droit a la forme d'un pentagone irrégulier, et sa surface est au moins double de celle du *punctum cœcum* de l'œil gauche, qui apparaît, lui, avec la forme d'un quadrilatère rectangulaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur deux observations qui paraissent offrir quelque analogie avec celle du météore signalé récemment par M. Coggia.* Note de **M. Am. Guillemin.** (Extrait.)

« Le singulier phénomène lumineux, observé dans la nuit du 1er au 2 août 1871, à Marseille, par M. Coggia, m'a rappelé, quand M. Le Verrier a communiqué cette observation à l'Académie, un phénomène semblable dont je fus témoin à Paris, vers 1853. Ce qui me frappa, ce fut, d'une part, le peu d'éclat du disque rougeâtre, que je vis se mouvoir parallèlement à l'horizon, et à une faible altitude (4 ou 5 degrés au plus); d'autre part, l'extrême lenteur avec laquelle le météore décrivit sa trajectoire. J'observais du cinquième étage d'une maison de la rue Amelot, et la partie de la trajectoire que je pus voir me parut raser de très-près les hauteurs du Père La Chaise.

» Parmi les observations anciennes ayant, avec celle de M. Coggia, quelque analogie, j'en relève une qui vient à l'appui des remarques de M. Élie de Beaumont. C'est le n° 431 des *Transactions philosophiques* (année 1738), qui me fournit cet exemple; il est extrait d'un livre intitulé : *Observationes de aere et morbis epidemicis*, de J. Huxham. Après avoir cité diverses aurores boréales qui se montrèrent à Plymouth, dans le mois d'août 1737, cet observateur entre dans les détails suivants sur les phénomènes qui eurent lieu le 26 décembre de la même année :

« Sur le soir, le ciel parut couvert d'un léger nuage ou d'une vapeur; cette vapeur paraissait rouge comme si elle eût emprunté sa couleur de la réflexion d'un grand feu, et elle éclairait autant que le fait la Lune lorsqu'elle est dans son plein, pendant une nuit obscurcie par des nuages. Ce phénomène singulier dura jusque vers le milieu de la nuit..... Il occupa une grande étendue dans les parties septentrionales de l'Europe. Il parut à Kilkenny, en Irlande, comme une espèce de globe de feu qu'on aperçut dans l'air pendant près d'une heure, lequel se creva ensuite et jeta des flammes de tous côtés. »

» Ainsi voilà un météore évidemment lié à l'apparition d'une aurore polaire, qui prend l'aspect d'un *globe de feu*, comme la plupart des bolides, et qui fait explosion dans l'atmosphère. Sa longue apparition d'une heure (on ne dit pas d'ailleurs qu'il se soit mû pendant ce temps), ne permet guère cependant de le confondre avec les vrais bolides. »

NOMENCLATURE SCIENTIFIQUE. — *Un dernier mot sur les Arabes; par* **M. L.-Am. Sédillot** (1).

« Les corps savants ne peuvent que s'honorer, en réparant des injustices qui ont pesé sur plusieurs générations, et l'Académie a droit à notre reconnaissance pour avoir, dans une circonstance récente, accordé à l'histoire des sciences mathématiques un rang qui lui avait été dénié jusqu'à ce jour.

» Je crois qu'on ne doute plus aujourd'hui de l'importance des emprunts que nous avons faits à la langue et aux écoles arabes; j'ai fourni un certain nombre d'exemples qu'il m'eût été facile de multiplier; voici quelques considérations nouvelles qui pourront intéresser l'Académie.

» On lit dans le *Lexicon mathematicum*, de Vitali (p. 53) : *Apogœum arabicè aux;* le mot arabe *aux* (*avodjoun*) est la reproduction exacte du terme grec, et c'est nous qui l'avons défiguré : *auges*, dit le dictionnaire de Trévoux (t. I, p. 636) est la même chose qu'*absides*.

» Lacaille nous apprend (2) qu'autrefois les cordes d'un cercle s'appelaient *inscriptæ;* que leurs moitiés ou *semisses inscriptæ* se désignaient par S. INS., et qu'on finit par prononcer *sinus* dans un temps où la plupart des mots se terminaient en *us*. SINUS est la traduction du mot arabe *djib* qui signifie *pli*. — En 1646, on se servait encore des expressions *coupantes* et *touchantes*, au lieu de *sécantes* et *tangentes*, comme on peut le voir dans la traduction en français des *Éléments* d'Euclide, par Lemardele, que ni Montucla, ni Lacroix n'ont mentionnée (3).

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) *Leçons de Mathématiques*, 1784, p. 325.

(3) Lemardele (p. 286) confondait, comme bien d'autres, Euclide le *géomètre* avec Euclide de *Mégare*. M. T.-H. Martin, dans le *Bullettino, etc.*, du prince Boncompagni, août 1870, p. 299, signale, au sujet d'Aristarque, de Samos, une erreur typographique de son invention; car Delambre, *Astronomie moderne*, t. II, p. 59 et 518, et la *Biographie universelle* de Michaud, t. I, p. 435, et t. XXXVIII, p. 231, ne laissaient pas le moindre doute à cet égard.

» Si l'on veut se faire une idée des singulières transformations que nos pères ont fait subir aux noms et aux mots arabes, et si les exemples que nous avons cités ne sont pas suffisants, on peut s'édifier en parcourant les traductions de Pierre Vatier, professeur d'arabe au Collége de France, de 1658 à 1670; on lui a reproché d'avoir remplacé Ali par *Gali*, Abdallah par *Gabdolle*, Émir-al-moumenin par *Miramolin*, Abbassides par *Guebases*, etc., etc.; ajoutons qu'en ne tenant point compte des points diacritiques, il imprimait ce qui suit, dans sa version d'El-Maçin (p. 146) : « *Le Mamune* (Almamoun) *était bien versé dans la connaissance des* VENTS, *et, jusqu'à présent, les maîtres de cette science appellent un certain vent, le* VENT *du Mamune.* » Or ce *vent* d'Almamoun (*rih*) se trouve substitué à *zig*, table astronomique (1); le khalife Almamoun, comme à une autre époque le roi Alphonse X, aimait et cultivait l'astronomie; il avait ordonné que tous les calculs de Ptolémée fussent vérifiés au moyen de nouvelles observations, et nous avons des *Tables almamouniennes*, de même que des *Tables alphonsines;* du reste les Orienteux eux-mêmes ont été quelquefois coupables de pareilles méprises, puisqu'ils ont fait de la *coupole de la terre*, la *coupole d'Arine*, d'après une fausse leçon.

» C'est de ce mot *zig* qu'est venue l'expression de *zig-zag*, dont les *Tables astronomiques* des Arabes nous fournissent la figure exacte. C'est dans ces Tables que nous avons retrouvé les signes dont nous nous servons pour désigner les planètes, et qui ne sont autres que la dernière lettre des noms arabes, traversée par un simple trait (2). C'est également dans ces *Tables* que nous avons pu suivre la transformation successive des chiffres *arabes* et des chiffres *gobar*, que les Mores d'Espagne nous ont transmis sous leur forme actuelle (3).

» On ne comprend pas très-bien cette fâcheuse disposition de certaines personnes à contester tout ce qui peut faire honneur à l'École arabe; la question de la troisième inégalité lunaire, ou *variation*, déterminée par Aboul-Wefâ, trouve encore, à ce qu'il paraît, des contradicteurs. — Pourquoi des convictions bien arrêtées à une autre époque se sont-elles tout à coup modifiées? — Pourquoi élever des doutes sur un point isolé et

---

(1) Vatier n'a pas été le seul : *voir* notre *Histoire des Arabes*, p. 425, *in not.*

(2) *Voir* notre *Introduction* aux *Tables astronomiques* d'Oloug-Beg, 1847, t. I, 148, et la *Description d'un astrolabe arabe*, extraite des *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. IX;— BAILLY, *Histoire de l'Astronomie ancienne*, p. 518.

(3) *Voir* notre Lettre au prince B. Boncompagni : *De l'origine de nos chiffres;* Roma, 1865, p. 9.

laisser de côté les preuves les plus évidentes? — Pourquoi persister à rattacher l'exposé d'Aboul-Wefâ au texte de Ptolémée, *sans y rattacher l'exposé* de Tycho-Brahé?

» Pourquoi torturer un texte parfaitement clair, et accuser un savant arabe de sottise et d'ignorance, parce qu'on n'a pas voulu le comprendre?

» Pourquoi chercher à rapprocher certaines expressions employées par l'astronome grec et l'astronome de Bagdad, sans tenir compte des différences radicales qui les séparent?

» Pourquoi laisse-t-on sans réponse les objections que nous avons opposées à M. Biot et les conclusions si nettement motivées de M. Chasles (1)?

» Aboul-Wefâ, dit-on, ne présente pas sa détermination comme une découverte. Est-ce que le même reproche ne devrait pas être adressé à Tycho-Brahé? N'est-ce pas longtemps après sa mort qu'on a trouvé dans ses papiers et publié une note portant ces mots : *Variatio reintegrata?* Ce n'était donc à ses yeux qu'une confirmation et non une *découverte*, comme l'a si bien dit M. Chasles.

» Pourquoi enfin a-t-on prétendu et soutenu que les expressions *trine* et *sextile* ne désignaient pas les *octants*, quand les collaborateurs de Tycho-Brahé, vingt ans après sa mort, employaient encore les mêmes termes pour expliquer la *variation?* Peut-on douter d'ailleurs que les astronomes arabes n'aient observé avec un soin tout particulier, lorsque, indépendamment des observations bien connues des auteurs de la Table vérifiée, d'Aboul-Wefâ, d'Ebn-Jounis, etc., on trouve l'indication de *Recueils d'observations astronomiques* dans la liste des ouvrages d'Al-Haithem, dont l'Académie a souvent entendu citer le nom, et d'Ebn-Sina (Avicenne), l'Aristote des Arabes. On ne peut nier d'ailleurs que, du IXe au XVe siècle, sur tous les points de leur vaste empire, ils n'aient eu des observatoires, qu'ils n'aient perfectionné les instruments (le mural, le gnomon à trou, le pendule), qu'ils n'aient déterminé la valeur de la précession des équinoxes, la diminution progressive de l'obliquité de l'écliptique, les irrégularités de la plus grande latitude de la Lune, le mouvement de l'apogée du Soleil,

---

(1) M. Chasles, *Lettre* à M. L.-Am. Sédillot, *sur la question de la variation lunaire découverte par Aboul-Wefâ*, et les *Comptes rendus*, séance du 12 mai 1862. — *Voyez* aussi nos diverses Communications, *Comptes rendus*, séance du 10 février 1868; — nos *Matériaux pour servir à l'histoire des sciences mathématiques, etc.*, t. Ier, p. 37-241; — notre *Introduction aux Tables astronomiques d'Oloug-Beg*, t. Ier, p. LIX; notre *Histoire des Arabes*, p. 341-350; — le *Bullettino, etc.*, du prince Boncompagni, avril 1870, p. 155-160; — *Comptes rendus*, séances des 4 et 11 septembre 1871.

l'excentricité de l'orbite de cet astre, la durée de l'année, la configuration des orbites planétaires (l'*ellipse* de Kepler), etc., etc. (1).

» Passant à un autre ordre d'idées, on nous permettra, j'espère, une nouvelle digression sur le terrain mouvant des étymologies. Il faut bien admettre que les mots qui, dans le français, ne se rapportent point au latin, sont pour la plupart d'origine arabe ou d'origine germanique; mais les Occidentaux devaient apprendre bien peu de choses de ces essaims de barbares auxquels le Rhin servait de barrière, tandis que le contact des Arabes, parvenus au plus haut degré de civilisation, contact qui se prolongea pendant plusieurs siècles, eut sur les destinées des races néo-latines une bien autre influence.

» Un seul exemple suffira pour bien établir la méthode philosophique qui doit présider à ce genre de recherches. Le mot *bas*, *basse*, n'a qu'un seul équivalent en latin, et c'est un nom propre (BASSUS); chez les Allemands on trouve *niedere* (*low* pour les Anglais); en arabe, nous avons *bassa*, baisser, *abassa*, abaisser, *stravit humi* (GOLIUS, p. 211). Le choix peut-il être douteux? M. Narducci n'hésite pas (2).

» De même que *mechef* (3), *chef* est purement arabe; au lieu de le faire dériver de *caput*, il suffit de se reporter à la racine *cheff :* ordine ac in seriem disposuit; in aciem *milites*, aciem instruxit, etc. (GOLIUS, p. 1361).

» Que de fois ne rencontrons-nous pas l'occasion de citer ces vers si connus :

Alfana vient d'*equus* sans doute,
Mais il faut avouer aussi
Qu'en venant de là jusqu'ici
Il a bien changé en route.

» Nous ne sommes pas non plus de l'avis du savant M. Dozy, lorsqu'il se sépare de la presque unanimité des orientalistes au sujet d'*amiral* (*amir-al-Bahr*), pour admettre (4) *amiratus*, *amirarius*, dans Ducange.

---

(1) *Voir* notre *Introduction aux Tables astronomiques d'Oloug-Beg*, p. CXXXIV; — les *rapprochements* entre les livres arabes et l'époque de Kepler, présentés par M. Le Verrier dans la séance de l'Académie des Sciences du 7 novembre 1864 (*Comptes rendus*, p. 765); — le Rapport de MM. Arago et Mathieu, *Comptes rendus*, 10 décembre 1838; — la Lettre de M. L.-Am. Sédillot à M. le prince Boncompagni : *De l'École de Bagdad et des travaux scientifiques de Bagdad* (*Bullettino*, *etc.*, juillet 1868); — et la *Revue orientale*, décembre 1868, p. 110.

(2) *Voyez* au mot *basso*, de *bâhha*, descendit; *secondo saggio*, *etc.*, 1863, p. 11.

(3) *Comptes rendus*, séance du 24 juillet 1871, p. 287.

(4) *Glossaire des mots espagnols et portugais dérivés de l'arabe*, 1869, p. 165. — *Voir* aussi nos observations à ce sujet, *Revue orientale*, avril 1870, p. 165.

» M. Narducci nous montre la même corruption pour le mot *caporal* (*cabar-al*), commandant de cinquante lances (1). Il en est de même très-probablement pour *sénéchal* (*seich-al-casar*), le maître ou le gouverneur du château (2), et pour *maréchal* (*mahresh-al-kyla* ou *mehella*), le gardien des forteresses ou du camp, qu'on ne peut rattacher à *margrave, marchese, marquis* (3). Pourquoi, sur une plaisanterie de Voltaire, identifier *connétable* avec le comte des écuries, *comes stabuli*, lorsque *connetioun*, en arabe, signifie *qui dépasse les autres; validus* et *magnus* (GOLIUS, p. 2068). Il n'est pas jusqu'au titre de *général, généralissime*, qui n'ait peut-être une double origine : *vener-al-hissi*, le chef supérieur de l'armée, vaut bien *generalis* (GOLIUS, p. 2741, *djischi*); la permutation du *v* en *g* est très-fréquente, comme nous l'avons fait observer ailleurs (4) : *Vascons* et *Gascons*, *varde* et *garde*, *war*, *wait*, *waiter*, chez les Anglais, pour *guerre*, *guet*, *guetteur*, etc.; le *Bullettino, etc.*, de février 1871, p. 51, nous offre *Guittulonis* pour *Vitellionis* (*Witelo*).

» Est-il nécessaire de justifier les étymologies d'*estafette* (huitième forme de *safa : agilis ac velox fuit*), d'*estrapade, estrabad : campus stragis* (*champ d'exécution*); d'*estacade*, *estacad : accumulatus arenæ tractus*, etc. (5)?

» Si l'on pouvait refaire l'histoire des *Grandes compagnies* qui désolèrent la France du XIIe au XVe siècle, c'est-à-dire pendant toute la durée des croisades, et qui servirent de noyau à nos armées permanentes à partir du règne de Charles VII, on aurait l'explication de bien des termes de guerre qui s'introduisirent alors dans notre langue.

» Comme l'a fort bien remarqué Heeren dans son *Essai sur l'influence des Croisades* (6), nos relations avec l'Orient amenèrent de grands changements politiques et commerciaux, répandirent partout des connaissances nouvelles, modifièrent les usages, les mœurs, la langue et les idées. Les noms de famille parurent, les armoiries se multiplièrent; la variété et l'éclat des couleurs étaient une des grandes préoccupations de saint Louis pendant son long séjour en Palestine. Quel brillant tableau ne nous a-t-on

---

(1) *Secondo saggio*, déjà cité, p. 13.

(2) *Scheik* (*senex*)-*al-Gibel*, dont nous avons fait *le Vieux de la Montagne*. Le mont *Gibel* est un pléonasme. De *Gibel-al-Tarik*, la montagne de Tarik, est venu *Gibraltar*.

(3) Ou *malech-al-* (*omra*), prince des commandants : DHERBELOT, p. 540.

(4) *Sur l'origine de nos chiffres*, p. 8. — *OEuvres de Gerbert*, publiées par M. Olleris, p. 581.

(5) GOLIUS, p. 931, 1184, 1615.

(6) Traduction de Charles Villers, Paris, 1808.

pas tracé de la magnificence de Saladin (*Selah-ed-din,* la *sainteté de la religion*) et de ses rapports avec Philippe-Auguste et Richard-Cœur-de-Lion! Saint Louis avait toujours des ornements de couleur et en prenait un soin particulier (1). N'est-ce pas aux Arabes que nous devons certaines étoffes et certaines nuances: les cachemires de l'Inde, les mousselines, le maroquin, la moire (*mohair*), le coton (2) et la ouate qui ne vient pas d'*oie*, à coup sûr; le molequin ou moresquin, dont les Anglais ont fait *moleskine* (*peau de taupe*), le gris de More, l'azur d'outre-mer, etc.?

» On comprend que chaque mot pourrait devenir l'objet d'une dissertation intéressante, et que, malgré les grands travaux des derniers siècles, nous sommes encore fort ignorants de bien des époques de notre histoire et des origines si variées de notre langue; c'est là un *desideratum* considérable qu'il était utile de signaler. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur le fer métallique de Groslée; par* **M. Moissenet.**

« (Cette Note se rapporte au tubercule de *fer natif* trouvé dans les carrières de calcaire jurassique de *Groslée* et soupçonné d'avoir une origine météorique, dont M. Élie de Beaumont a parlé à l'Académie dans la séance du 20 février 1871 (3). Cet échantillon ayant été retrouvé dans les collections de l'École des Mines, M. Moissenet, ingénieur des Mines, professeur de Chimie à l'École, et directeur du Bureau d'essai, a été invité à l'analyser et a envoyé à M. Élie de Beaumont, la Note suivante) :

« L'échantillon est essentiellement formé de fer métallique à texture » grenue. Une certaine quantité d'oxyde recouvre le métal et pénètre à » l'intérieur du fragment.

» On a recherché le nickel et le cobalt et constaté l'absence de ces mé- » taux. »

» D'après ce résultat, l'idée d'attribuer à ce fer métallique une origine météorique paraît devoir être écartée. »

M. Demarquay adresse une Note portant pour titre « Sur le traitement

---

(1) *Dictionnaire de Trévoux*, t. II, p. 962.

(2) *Id.*, t. II, p. 947 : Nicod dit que les Arabes l'appellent *cotum* ou *bombazum,* d'où on a fait *coton* et *mombazin;* l'Arabe dit aussi *alcoton*.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 187.

» du tétanos par les injections intra-musculaires, à l'émergence des nerfs, » d'une solution de morphine ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Cloquet.

M. **Stiévenard** adresse une Note portant pour titre : « Problème des tangentes, sans faire usage de la considération des limites ni des infiniment petits. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Chasles.

M. **Gaube** adresse une Note intitulée : « De l'acide catairique. Analyse chimique de la cataire (*Nepeta Cataria*). »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Cahours.

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AOUT 1871.

Analectes ou Mémoires et Notes sur les diverses parties des Mathématiques; livr. 1 et 2; 1871; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; février 1871; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; janvier 1871; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 3, 1871; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; nos 3 et 4; mars 1871; in-8°.

Annales du Génie civil; septembre 1871; in-8°.

Annales industrielles; livr. 23 à 25; 1871; in-4°.

Annales médico-psychologiques; juillet 1871; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 6, 13, 20 et 27 août 1871; in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei. Rome, 9 juillet 1871; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 164, 1871; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n° 42, 1871; in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; n^{os} des 31 juillet et 15 août 1871; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; mai à juillet 1871; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; 17e année, n°s 1 et 2, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; t. XXVIII, n° 1, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; février 1871; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 août 1871; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 1er au 24 août 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VII, n°s 2 et 5, 1871; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 6 à 9, 2e semestre 1871; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique; n° 8, 1871; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 59 à 80, 1871; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 32 à 35, 1871; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 47 à 50, 1871; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 122 à 125, 1871; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; juin 1871; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 15, 1871; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; février et mars 1871; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; n° du 30 juin 1871; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; août 1871; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 17 à 20, 1871; in-fol.

L'Abeille médicale; n°s 25, 26 et 28, 1871; in-4°.

L'Aéronaute; juillet 1871; in-8°.

L'Art dentaire; janvier à juillet 1871; in-8°.

L'Art médical; novembre 1870; in-8°.

La Santé publique; n°s 88, 89 et 91, 1871; in-4°.

Le Gaz; n° 2, 1871; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 16, 1871; in-4°.

Le Moniteur scientifique Quesneville; n^os^ des 1er et 15 août 1871; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; n°s 1 à 4, 9e année, 1871; in-4°.

Le Salut; n°s 24 à 49, 1871; in-fol.

Les Mondes; n^os^ des 3, 10, 17, 24 et 31 août 1871; in-8°.

Magasin pittoresque; mai et juin 1871; in-4°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n°s 8 à 16, 1871; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1871; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; n^os^ des 22, 26 et 29 août 1871; in-4°.

Revue Bibliographique universelle; août 1871; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; n°s 6 à 10, 1871; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; juillet 1871; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n^os^ des 1er et 15 août et 1er septembre 1871; in-8°.

Revue maritime et coloniale; janvier à août 1871; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; août 1871; in-8°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus de l'Académie impériale des Sciences de Vienne;* Minéralogie, etc., décembre 1870, janvier 1871; Mathématiques, etc., novembre et décembre 1870, janvier à mars 1871.

The Food Journal; n° 20, 1871; in-8°.

The Mechanic's Magazine; n^os^ des 19 et 26 septembre 1871; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations sur la Note de* M. Chasles, *relative à la découverte de la variation lunaire; par* **M. J. Bertrand.**

« La Note de M. Chasles me semble confirmer et non contredire mes assertions :

» J'avais dit : « Un seul point est contesté dans la traduction de M. Sé-
» dillot, c'est le sens attribué aux mots *trine* et *sextile* (*tathtilh* et *tasdis*), où
» M. Sédillot croit voir les octants, tandis que d'autres traducteurs assurent
» qu'ils signifient le *tiers* et le *sixième* de la circonférence. *Des textes arabes*
» *dont le sens est certain sont produits en faveur des deux opinions.* »

» M. Chasles, dans la première partie de sa Note, cite des textes arabes dont le sens est certain et favorable à la première opinion; il reconnaît d'ailleurs que les mots avaient une double signification et que les astrologues les employaient pour désigner le tiers et le sixième. Nous sommes donc absolument d'accord,

» J'ai dit ailleurs : « L'interprétation de M. Biot réduit au mininum les
» torts de l'astronome arabe; tout autre système ferait de lui un auteur
» complétement absurde. »

» Plus on reconnaîtra de mérite à Aboul-Wefâ, plus cet argument aura de force en faveur du système défendu par M. Biot.

» Les citations par lesquelles M. Chasles établit la grande renommée d'Aboul-Wefâ, accroissent donc, loin de la diminuer, la force de mon raisonnement.

» M. Chasles me reproche enfin de lui avoir attribué une *énormité* qu'il n'a jamais commise.

» Il faut que je me sois bien mal expliqué, car je n'ai jamais rien pensé et crois n'avoir rien écrit de tel.

» J'ai introduit un lecteur fictif d'Aboul-Wefâ, qui, partageant l'opinion de M. Chasles sur le sens général du fragment, veut calculer la position de la Lune au 25 août 1871, en prenant pour guide le texte arabe.

» M. Chasles lui prescrit de procéder de la manière suivante :

» Déterminer les positions de la Lune en suivant les indications de Ptolémée et corriger le lieu obtenu à l'aide de *la variation telle que nous la connaissons aujourd'hui*.

» J'avais supposé qu'il procédât un peu différemment, et qu'au lieu de *la variation telle que nous la connaissons*, il introduisît *l'inégalité, prétendue identique, telle qu'Aboul-Wefâ la décrit*.

» Si la substitution de l'une des opérations à l'autre constitue une énormité, elles ne sont donc pas identiques!

» C'était là tout mon argument. »

M. Delaunay présente à l'Académie les observations suivantes des planètes (116) et (117), faites à l'Observatoire de Paris.

Position de la planète (117) *découverte à Bilk, par* M. Luther, *dans la nuit du 14 au 15 septembre 1871.*

1871.	Temps moyen.	Ascension droite.	log(paral. × Δ).	Distance polaire.	l(par. × Δ).	Nombre des comp.	Observ.
Sept. 24.	$11^h 8^m 5^s$	$0^h 1^m 47^s,02$	$+(\bar{2},537)$	$95°2'0'',0$	$-(0,856)$	5	MM. Lœwy et Tisserand.

Position de l'étoile de comparaison.

1871.	Étoile.	Ascension droite moy. pour 1871,0.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
Sept. 24.	47267 L. Poissons.	$0^h 0^m 9^s,94$	$+2^s,46$	$95°3'52'',7$	$-15'',9$	2 et 1 observations méridiennes.

Position de la planète Lomia (116).

1871.	Temps moyen.	Ascension droite.	l(paral. Δ).	Distance polaire.	l(par. Δ).	Nombre des comp.	Observ.
Sept. 24.	$12^h 55^m 22^s$	$23^h 38^m 3^s,06$	$+(\bar{1},177)$	$88°53'23'',9$	$-(0,820)$	5	MM. Lœwy et Tisserand

Position de l'étoile de comparaison.

1871.	Étoile.	Ascension droite moy. pour 1871,0.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
Sept. 24.	46445 L. Poissons.	$23^h35^m27^s,96$	$+2^s,43$	$88°55'43'',4$	$-15'',8$	2 et 1 observations méridiennes.

M. **Delaunay** fait part en outre à l'Académie, de la lettre suivante de M. *Luther*.

« J'ai l'honneur de vous communiquer :

» 1° La redécouverte de (108) *Hecuba*, 11,7 grandeur, par M. le Dr Tietjen, à Berlin :

1871.	T. M. de Berlin.	Æ (108).	Déclinaison (108).
Sept. 12.......	$11^h3^m48^s$	$22^h32^m40^s,18$	$-10°35'55'',9$
Correction de l'éphéméride de M. Schulhof, à Vienne...		-1^m48^s	$-12',6$

» 2° La découverte que j'ai faite d'une petite planète de 11e grandeur, le 14 septembre, à 11 heures du soir (1) :

1871.	T. M. de Bilk-D.	Æ (117).	Déclinaison (117).	
	h m s	h m s	° ' ''	
Sept. 14..........	12.32. 0,9	0. 9.50,69	−4.12.51,9	6
15..........	11. 3.20,9	0. 9. 7,05	−4.17.28,0	8
16..........	11. 8.31,1	0. 8.18,64	−4.22.31,2	10
Mouvement diurne.............		-48^s	$-5'$	

» M. le Dr Tietjen l'a observée à Berlin :

1871.	T. M. de Berlin.	Æ (117).	Déclinaison (117).
Sept. 19.........	$11^h26^m25^s$	$0^h5^m54^s,08$	$-4°37'23'',0$. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse des bases alcalines et des sulfates alcalins; par* **M. P.-A. Favre** (2).

« Dans la première partie de mes recherches sur l'origine de l'*énergie voltaïque* (3), j'ai montré que l'énergie d'un couple de Smée, exprimée en

(1) Une lettre que je reçois à l'instant de M. *C.-H.-F. Peters* m'annonce que la même planète a été decouverte par cet astronome à Hamilton-College, le 8 septembre.

(Mercredi, 27 septembre. — Ch. Delaunay.)

(2) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(3) J'appelle ainsi la quantité de chaleur obtenue et qui peut être transmise au circuit voltaïque. Cette quantité de chaleur, qui varie avec la nature et le nombre de couples, est susceptible d'être utilisée plus ou moins complétement à l'extérieur du circuit en produisant un travail dont la nature peut varier.

chaleur, doit être représentée par 15000 calories, environ. Il résulte de là que l'énergie voltaïque de la pile de cinq couples, dont je me suis servi jusqu'à présent dans mes recherches thermiques sur les électromoteurs, étant représentée par 75000 calories, environ (1), on pouvait considérer *à priori* cette pile comme étant assez puissante pour électrolyser les sulfates de cuivre, d'hydrogène, de cadmium, de zinc, etc. Ceux-ci, en effet, pour être décomposés, exigent moins de 75000 calories. Mais cette quantité devait être trop faible pour opérer la ségrégation chimique des sulfates alcalins.

» En effet, considérons l'un de ces sulfates, le sulfate de potassium, par exemple. Ce sel, lorsqu'il prend naissance, par la substitution du potassium à l'hydrogène du sulfate d'hydrogène étendu, dégage 58000 calories environ, lesquelles, ajoutées aux 46000, environ, empruntées à la pile pendant l'électrolyse du sulfate d'hydrogène, donnent 104000 calories, environ. C'est donc cette quantité de chaleur qui, au premier abord, paraît être l'expression thermique de la formation directe du sulfate de potassium, qu'il faut rendre à ses éléments constituants, SO^4 et K, pour le décomposer, ce qu'une pile de cinq éléments de Smée est impuissante à fournir. Aussi, pour parer à l'insuffisance présumée de ma pile, ai-je eu recours, au début de mes recherches, à une méthode expérimentale qui m'a été suggérée par les considérations suivantes.

» Supposons, comme il paraît naturel de l'admettre, que les sulfates alcalins soumis à l'influence du courant voltaïque se décomposent, de la même manière que les sulfates déjà étudiés, c'est-à-dire en radical métalloïdique SO^4 et en métal. Admettons, de plus, comme nous l'avons fait jusqu'à présent, que la chaleur mise en jeu par ces sulfates pendant leur reconstitution immédiate dans le voltamètre non cloisonné, où s'est opérée leur électrolyse, y reste confinée. Cela posé, on arrivera à conclure (la résistance physique du voltamètre placé dans le calorimètre étant rendue négligeable au moyen d'un thermorhéostat extérieur) que la quantité de chaleur dégagée dans ce voltamètre, recueillie et accusée par le calorimètre pendant l'électrolyse des sulfates alcalins, est l'expression thermique exacte de leur formation. Toutefois, il convient d'ajouter à cette quantité celle

(1) Je ferai remarquer que cette pile a pu rester plus de six semaines dans le calorimètre sans qu'il ait été nécessaire de renouveler son acide; elle peut donc être considérée, une fois qu'elle est mise en place, comme constituant, avec le calorimètre, un seul et même appareil à l'aide duquel on peut, en même temps, électrolyser les corps et mesurer la chaleur mise en jeu pendant ce phénomène.

qui se rapporte à la formation de l'eau dont les éléments sont mis en liberté durant l'opération. En définitive, on trouvera 104000 calories, environ, pour le sulfate de potassium que nous avons choisi comme exemple.

» J'ai donc opéré de la manière suivante.

» L'électrolyse des sulfates alcalins, dissous dans une quantité d'eau suffisante, était actionnée dans le voltamètre (1) placé à l'intérieur du calorimètre, par une pile de quatre couples de Bunsen et d'un couple de Smée. Cette pile était placée hors du calorimètre. Le couple de Smée servait uniquement à mesurer, d'après le dégagement du gaz hydrogène, la quantité d'action chimique produite dans le voltamètre. La résistance physique de ce dernier était rendue négligeable par l'emploi d'un thermorhéostat, suffisamment puissant, et placé comme la pile hors du calorimètre.

» En opérant dans ces conditions sur les sulfates alcalins et sur les bases alcalines, les résultats ont été bien différents de ceux que j'attendais.

» En effet, pour les oxydes et les sulfates alcalins mis en expérience, j'ai obtenu des nombres bien inférieurs à ceux qui semblent n'être qu'une expression thermique *minimum* de la synthèse de ces composés, comme nous le verrons plus loin. Ainsi, pour les sulfates, ces nombres n'ont pas été supérieurs à 30000 calories, environ, tandis qu'ils n'ont été que de 17000 calories, environ, pour les oxydes.

» 1° Pour chaque groupe de composés, les nombres obtenus n'ont pas été très-différents les uns des autres, l'oxyde d'ammonium (2) excepté, dans le groupe des oxydes.

» 2° Pour les sulfates électrolysés dans le voltamètre à cloison (qui ne permet pas aux sels décomposés de se reformer), les nombres obtenus, différant peu les uns des autres, ont été inférieurs de 14000 calories, environ, aux nombres afférents aux expériences faites à l'aide du voltamètre non

---

(1) Les lames de platine qui constituent les électrodes de ce voltamètre non cloisonné sont isolées par de petites plaques de verre étroites, peu épaisses et maintenues en place à l'aide de fils de platine. Cette disposition nouvelle, nécessaire dans l'électrolyse des sulfates alcalins, laquelle donne naissance à une quantité correspondante de bases alcalines, est bien plus nécessaire encore pour l'électrolyse des bases alcalines, des acides concentrés, ainsi que des acides étendus tels que les acides permanganique et hypochloreux, décomposables par les matières organiques.

(2) En effet, pour cet oxyde, le nombre a été de 42000 calories, environ, ce qui provient de la combustion de l'hydrogène contenu par l'oxygène devenu libre par l'électrolyse; cette combustion s'effectue avec dégagement de chaleur non transmissible au circuit.

cloisonné. Ce résultat tient à ce que, dans le voltamètre cloisonné, l'acide et la base des sels décomposés ne peuvent plus se combiner en dégageant de la chaleur.

» Puisqu'il m'était bien démontré, par les expériences précitées, que les sulfates, et à plus forte raison les oxydes alcalins, n'exigent pas, pour leur décomposition, un emprunt au courant voltaïque d'une quantité de chaleur supérieure à celle que ma pile peut fournir, je n'avais rien de mieux à faire que de reprendre mes expériences dans les conditions ordinaires. C'est en opérant ainsi que j'ai obtenu les résultats consignés dans les tableaux suivants :

I.

Chaleur empruntée à la pile pour décomposer l'équivalent des bases alcalines suivantes (en dissolutions suffisamment étendues) (1) :

Oxyde de potassium	50990^{cal}
» de sodium	50880
» d'ammonium pur et concentré du commerce	51352
» » étendu de 9 volumes d'eau	51427
» de baryum	50425
» de strontium	49470
Sulfate d'hydrogène	*48474

II.

Chaleur accusée par le calorimètre, renfermant le voltamètre (dont la résistance physique a été rendue négligeable), et correspondant à l'électrolyse de 1 *équivalent d'oxyde d'ammonium* (2).

Oxyde d'ammonium pur et concentré du commerce	41825^{cal}
» étendu de 9 volumes d'eau	42041

» Quant aux autres oxydes, sur lesquels les éléments mis en liberté pendant l'électrolyse ne peuvent pas réagir, il est facile de calculer la quantité de chaleur qui, pour 1 équivalent d'oxyde, reste confinée dans le voltamètre. (Celle-ci aurait pu être observée au calorimètre si l'opération avait été jugée nécessaire.) Pour cela, il suffit de retrancher des nombres inscrits au tableau I, le nombre 34462, qui est l'expression thermique de la

(1) La pile et le thermorhéostat occupaient l'intérieur du calorimètre, au dehors duquel était placé le voltamètre.

(2) Je ferai remarquer que, n'ayant personne pour m'assister dans mes expériences, il ne m'a pas été possible de déterminer dans une même opération les nombres inscrits au tableau I et les nombres correspondants des tableaux II et III; car il eût fallu faire fonctionner simultanément deux calorimètres, qu'un seul opérateur ne saurait observer en même temps.

synthèse de l'eau dont les éléments constituants sont mis en liberté pendant l'expérience. C'est ainsi qu'ont été obtenus les nombres ci-dessous :

III.

Oxyde de potassium	16528^{cal}
» sodium	16418
» baryum	15963
» strontium	15008
Sulfate d'hydrogène	* 14012

IV.

Chaleur empruntée à la pile pour opérer la décomposition de 1 équivalent des sulfates alcalins suivants (en dissolutions suffisamment étendues) :

Sulfate de potassium	64015^{cal}
» de sodium	63790
» d'ammonium	62000
» *d'hydrogène*	* 48474

» De même que nous l'avons fait pour les oxydes, il suffit de retrancher des nombres inscrits dans le tableau ci-dessus, le chiffre 34462 pour obtenir des nombres qui exprimeront, pour 1 équivalent de chacun des sulfates électrolysés, les quantités de chaleur restant confinées dans le voltamètre non cloisonné. Ces quantités auraient pu être observées directement au calorimètre, si on l'avait jugé nécessaire.

» Voici ces nombres :

V.

Sulfate de potassium	29553^{cal}
» de sodium	29328
» d'ammonium	27538
» *d'hydrogène*	*14012

» La quantité de chaleur ainsi calculée, pour chacun des sulfates, est une somme qui comprend la quantité de chaleur dégagée pendant la transformation des éléments de l'eau, mis en liberté, c'est-à-dire pendant leur passage de *l'état actif à l'état ordinaire*. Elle provient de phénomènes qui suivent l'électrolyse proprement dite; elle n'est pas transmissible au circuit, et reste par conséquent confinée dans le voltamètre (1).

---

(1) Tout en étant d'avis qu'il faut éviter, autant que possible, d'introduire dans la science des mots nouveaux, dont la signification est souvent trop absolue, je me permettrai cependant d'en proposer trois que j'emploierai *à titre provisoire*. Ces mots, s'ils deviennent plus tard inutiles, auront au moins servi pendant quelque temps à caractériser brièvement des

» Cette quantité de chaleur inscrite au tableau III [où, théoriquement, elle devrait être la même pour tous les oxydes, et dont le nombre 14012, trouvé expérimentalement pour le sulfate d'hydrogène, est l'expression la plus rapprochée (1)], augmentée de la quantité de chaleur dégagée pendant la réaction de l'acide sulfurique étendu sur la base, également étendue, de chacun de ces sels, diffère pour chacun des sulfates étudiés. On l'a obtenue en faisant réagir 1 équivalent d'acide sulfurique, dissous dans 60 équivalents d'eau, sur 1 équivalent $\left.\begin{matrix}M\\H\end{matrix}\right\} O^2$ de chacune des bases dissoutes dans 530 équivalents d'eau, environ (2). Par suite, le sel qui prend ainsi naissance, pouvait se dissoudre dans une quantité d'eau très-considérable). Les nombres figurent dans la première ligne du tableau suivant, qui comprend d'autres déterminations du même ordre :

VI.

Acides qui réagissent.	Oxyde de potassium.	Oxyde de sodium.	Oxyde d'ammonium.
Acide sulfurique............	16710cal	(A) 16301cal	14888cal
» azotique..............	15282	14640	13099
» chlorhydrique.........	15476	14916	13237
» acétique..............	15173	14535	13050

phénomènes à l'étude et qui me paraissent d'un ordre très-différent. J'appellerai donc : 1° *phénomènes pro-électrolytiques* ceux qui précèdent l'électrolyse proprement dite, et qui mettent en jeu une certaine quantité d'énergie n'offrant aucune corrélation avec celle qui peut être en jeu dans le circuit; 2° *phénomènes syn-électrolytiques,* ceux qui accompagnent l'électrolyse et qui s'y fondent pour ainsi dire, puisque l'énergie qu'ils mettent en jeu est empruntée ou transmise au circuit et peut produire, à l'extérieur, un travail déterminé : ainsi l'oxydation de l'hydrogène dans le couple de Grove par l'hydrogène emprunté à l'acide azotique plus ou moins concentré, donne une idée très-exacte de ce genre de phénomène; 3° enfin, *phénomènes méta-électrolytiques,* ceux qui suivent l'électrolyse et qui mettent en jeu une certaine quantité d'énergie qui ne peut être ni empruntée, ni transmise au circuit. Exemples : la combustion de l'hydrogène qui provient de l'électrolyse du sulfate d'hydrogène par l'oxygène emprunté à l'eau oxygénée, la combustion de l'hydrogène de l'oxyde d'ammonium par l'oxygène qui provient de son électrolyse, la combinaison de l'acide et de la base des sels alcalins électrolysés dans le voltamètre non cloisonné.

(1) Je rappellerai que les nombres inscrits au tableau III, et qui devraient être sensiblement les mêmes, n'ont pas été donnés par l'expérience. Ils ont été calculés, et expriment des différences sur lesquelles porte la totalité de l'erreur qui peut entacher des nombres beaucoup plus élevés.

(2) Pour éviter la réaction de l'acide sur une quantité, même très-faible, de carbonate alcalin, j'ai eu soin d'introduire successivement dans le vase qui renferme la liqueur alcaline, un peu de chaux caustique. J'ai eu soin, également, que les éprouvettes du calorimètre ren-

» Lorsqu'on électrolyse les sulfates alcalins, non plus dans le voltamètre sans cloisons, mais dans le voltamètre cloisonné et placé à l'intérieur du calorimètre, les quantités de chaleur accusées sont beaucoup plus faibles que celles qui ont été calculées et inscrites au tableau V. La différence s'explique facilement par l'impossibilité où se trouvent alors l'acide et la base, provenant des sels électrolysés, de se combiner au fur et à mesure de leur formation; en effet, cet acide et cette base, qui dans le voltamètre non cloisonné, peuvent si facilement reconstituer en entier le sel décomposé par le courant, ne sont plus renfermés dans le même vase. La quantité de chaleur qui, dans ces conditions, reste confinée dans le voltamètre est sensiblement la même pour tous les sulfates, et se rapproche beaucoup de 14012 calories. Ce nombre, dans le tableau III, est, comme je l'ai déjà fait remarquer, l'expression la plus rapprochée de la quantité constante de chaleur qui reste confinée dans le voltamètre pendant l'électrolyse des oxydes alcalins.

» Pour terminer ce qui se rapporte à la partie expérimentale de ces recherches, il me reste à signaler quelques particularités qui accompagnent l'électrolyse de l'oxyde d'ammonium, soit concentré, soit étendu de 3 et même de 9 fois son volume d'eau. Ce phénomène est nettement

---

fermassent dans les 530 équivalents d'eau que chacune reçoit, non pas 1 équivalent seulement de base alcaline, mais bien $\frac{1}{10}$ en plus de cette quantité. Cette circonstance ne pouvait pas modifier d'une manière fâcheuse le résultat final de l'opération, ainsi qu'on peut s'en convaincre en comparant entre eux les nombres inscrits ci-dessous. Ces nombres correspondent à des expériences dans lesquelles 3 équivalents d'acide sulfurique, dissous chacun dans 60 équivalents d'eau et placés dans l'une des éprouvettes du calorimètre, étaient successivement introduits dans une seconde éprouvette renfermée dans le même calorimètre, et contenant 3 équivalents de soude caustique dissous dans 450 équivalents d'eau :

Équivalents d'acide.	Chaleur dégagée.	Nombre d'équivalents d'eau.	Nombre d'équivalents d'eau correspondant à 1 équivalent de sulfate de soude.
1er équivalent......	17033cal	510	510
2e »	16711	570	285
3e »	16668	630	210

Le premier nombre 17033 correspond bien à celui que j'ai obtenu en faisant dissoudre 1 équivalent de sulfate de soude cristallisé dans de 'eau qui renfermait de la soude caustique, nombre que j'ai fait connaître dans ma dernière Communication sur les mélanges. Quant au dernier nombre 16668, il dépasse de 300 calories environ le nombre 16301 inscrit en A dans le tableau VI; mais cette différence peut tenir à ce que, dans la dernière expérience, 1 équivalent de sulfate de soude a été dissous, non plus dans 510, mais bien dans 210 équivalents d'eau seulement.

accusé, soit par le résultat thermique, soit par la nature des gaz recueillis pendant l'opération.

» Rappelons d'abord que la quantité de chaleur accusée par le calorimètre contenant le voltamètre, où se trouve placé l'oxyde d'ammonium, n'est plus de 14000 calories environ, comme pour les autres oxydes alcalins (tableau III), mais bien de 42000 calories environ (tableau II). Ce résultat s'explique très-facilement par la réaction de l'oxygène provenant de l'électrolyse de l'oxyde d'ammonium, sur l'hydrogène de cet oxyde non encore décomposé. Cette réaction, qui suit immédiatement l'électrolyse sans se confondre avec elle (et qui, par ce motif, s'accomplit en dégageant de la chaleur non transmissible au circuit), s'affirme nettement par la nature du mélange gazeux produit dans le voltamètre. En effet, le volume de ce mélange (correspondant à 100 volumes d'hydrogène fourni par chacun des couples de la pile) contenait en moyenne :

En opérant sur l'oxyde d'ammonium concentré.		En opérant sur l'oxyde d'ammonium étendu de 9 fois son volume d'eau (*).	
Oxygène	2,8	Oxygène	2,8
Hydrogène	91,1	Hydrogène	80,0
Azote	35,5	Azote	44,2
	129,7		127,0

» Ce résultat ne peut être expliqué qu'en faisant intervenir les réactions suivantes, dont la dernière n'est pas aussi complète et ne s'accuse pas aussi nettement que les deux premières.

» Sous l'influence du courant, l'oxyde d'ammonium se décompose :

$$(1)\qquad 3[(H^4Az)O] = 3(H^4Az) + 3O.$$

» Les 3 équivalents d'ammonium, mis en liberté, décomposent l'eau à la façon du potassium, par exemple :

$$(2)\qquad 3(H^4Az) + 3HO = 3[(H^4Az)O] + 3H,$$

pour reconstituer les 3 équivalents d'oxyde d'ammonium décomposés, et mettent en liberté 3 équivalents ou 6 volumes d'hydrogène, tandis que les

(*) La quantité d'hydrogène est beaucoup plus faible et la quantité d'azote beaucoup plus forte que ne le comportent les équations (1), (2) et (3) qui vont suivre, comme s'il se formait aussi un composé gazeux moins hydrogéné de l'azote : aussi reviendrai-je sur ce point dans un travail spécial relatif à l'action que l'hydrogène et l'oxygène peuvent exercer sur les composés, au moment où ils sortent de leurs combinaisons.

3 équivalents d'oxygène réagissent sur l'équivalent d'oxyde d'ammonium :

$$(3) \qquad 3O + (H^4 Az)O = 4HO + Az,$$

pour produire 4 équivalents d'eau et 1 équivalent ou 2 volumes d'azote.

» La réaction (1) constitue essentiellement le phénomène électrolytique proprement dit.

» La réaction (2) se produit avec dégagement de chaleur transmissible au circuit, tout comme pour le potassium ou le sodium placés dans les mêmes conditions ; elle constitue un de ces phénomènes qui se confondent avec le phénomène précédent et que j'ai appelés *phénomènes syn-électrolytiques*.

» Quant à la réaction (3), il faut bien reconnaître que la formule la montre plus simple qu'elle n'est en réalité; mais il ne reste pas moins bien établi, par l'analyse du mélange gazeux, que la presque totalité de l'oxygène, qui prend naissance par l'électrolyse de l'oxyde d'ammonium, brûle l'hydrogène qui entre dans la constitution du métal de cet oxyde. Cette combustion, qui présente une si grande analogie avec la combustion de l'hydrogène, mis en liberté dans l'électrolyse de l'acide sulfurique par l'oxygène emprunté à l'acide azotique du couple de Grove, en diffère cependant d'une manière radicale, au point de vue électrodynamique, puisque la chaleur qu'elle met en jeu n'est pas transmissible au circuit et qu'elle constitue, par conséquent, un *phénomène méta-électrolytique*. Il faut aussi remarquer que la quantité de chaleur que cette combustion met en jeu est inférieure de 9000 calories environ à celle qui se dégage pendant la formation de l'eau, en partant de ses éléments constituants pris à l'état de liberté. Elle est telle que pouvait le faire prévoir le résultat de recherches déjà bien anciennes sur la formation de l'ammoniaque; on y établissait que 1 gramme d'hydrogène, en se combinant à l'azote, pour fournir l'ammoniaque en dissolution étendue, dégageait 10000 calories environ.

» L'interprétation des résultats que je viens de faire connaître me semble justifier les conclusions suivantes.

» Puisqu'il est bien établi (par des recherches antérieures) que les sels dont les métaux ne décomposent pas l'eau, tels que les sulfates de cuivre, d'hydrogène, de cadmium et de zinc, sont nettement décomposés par le courant voltaïque en métalloïde et en métal, il paraît naturel d'admettre, ainsi que je l'ai dit en commençant, qu'il doit en être de même pour les sels dont les métaux décomposent l'eau. Puisqu'il a été également bien

établi, par H. Davy que, dans la décomposition d'une base alcaline (la potasse, par exemple), sous l'influence du courant voltaïque, son métal est mis en liberté, il paraît également tout naturel d'admettre qu'il doit en être ainsi pour un sulfate alcalin quelconque, soumis à la même influence.

» On est ainsi conduit à reconnaître que la pile employée ne peut opérer la séparation du métal de ces composés que *parce que son énergie est renforcée par celle que met en jeu l'oxydation même de ce métal.* Cette oxydation constitue un *phénomène syn-électrolytique,* et l'emprunt de chaleur fait à la pile par un oxyde alcalin quelconque, soumis à l'électrolyse, doit être le même (1), ainsi que cela ressort nettement de l'examen du tableau I.

» Il est probable que, de même que les métaux qui décomposent l'eau au moment où ils deviennent libres par l'électrolyse de leurs sels, s'oxydent en dégageant des quantités de chaleur variables, mais transmissibles au circuit, de même aussi les radicaux métalloïdiques qui décomposent l'eau au moment où ils sont mis en liberté, par l'électrolyse de leurs sels, s'oxydent en produisant des quantités de chaleur, également variables, mais également transmissibles au circuit. Cette manière de voir me semble justifiée par l'interprétation des résultats fournis par l'électrolyse des acides sulfurique et azotique. En effet, l'acide azotique (assez étendu pour qu'on n'ait plus à craindre que son oxygène puisse brûler une certaine quantité de l'hydrogène qui provient de l'électrolyse) emprunte à la pile, pour se décomposer, une quantité de chaleur sensiblement égale à celle qu'emprunte l'acide sulfurique placé dans les mêmes conditions. L'emprunt de chaleur que ces deux acides font à la pile, en se décomposant, est sensiblement égal à celui que font les bases alcalines et leurs sulfates placés dans les mêmes conditions (2), pourvu, toutefois, qu'on ait le soin (lorsqu'il s'agit des sulfates), de soustraire, de la quantité de chaleur qui correspond à la pile, celle qui correspond à la combinaison de l'acide sulfurique avec l'oxyde des métaux de ces sulfates.

» Il en résulterait, tant pour les acides sulfurique et azotique que pour les oxydes alcalins et pour leurs sulfates, que la quantité de chaleur empruntée à la pile ne peut être considérée comme l'expression thermique

---

(1) C'est ce que je mettrai hors de doute dans une prochaine Communication, dans laquelle je ferai connaître les résultats fournis par des expériences dans lesquelles le métal, fixé par le mercure, ne pouvait plus décomposer l'eau immédiatement.

(2) *Voyez* dans les tableaux I, III, IV, V, les nombres marqués d'un astérisque et qui sont l'expression la plus rapprochée de la chaleur empruntée à la pile et de celle qui reste confinée dans le voltamètre à cloison.

de leur formation, et qu'il ne peut en être ainsi qu'autant que les éléments constituants, métalloïdiques et métalliques, des corps électrolysés restent en liberté. C'est ce qui a lieu pour les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, par exemple, électrolysés dans le voltamètre à cloison (1).

» Il s'en suit également que les nombres inscrits au tableau I peuvent être considérés comme l'expression thermique de la formation de l'eau par la combinaison de ses éléments constituants pris *à l'état actif,* c'est-à-dire tels qu'ils sont au moment où ils sortent de leurs combinaisons, bien que l'eau ne soit nullement décomposée par le courant.

» Il en résulte encore que les nombres inscrits au tableau IV, et qui représentent la quantité de chaleur empruntée à la pile pour l'électrolyse de quelques sulfates alcalins, sont aussi l'expression thermique de la formation de l'eau engendrée à l'aide de ses éléments constituants, pris également à l'état actif, comme ci-dessus, à la condition de retrancher, du nombre correspondant à chaque sulfate, la quantité de chaleur qui se dégage lorsque l'acide sulfurique se combine avec l'oxyde du métal du sulfate.

» *Remarque.* — Qu'il me soit permis, en terminant, de faire une remarque relative à l'action décomposante du courant et à la transmissibilité, au circuit voltaïque, de l'énergie qui est mise en jeu dans les actions chimiques.

» Ne peut-on pas admettre que, de même que telle vibration sonore détermine une vibration synchrone dans certains corps à l'exclusion de certains autres, et de même que telle vibration lumineuse peut provoquer une vibration synchrone dans certains composés chimiques à l'exclusion de certains autres; de même aussi la vibration électrodynamique, déterminée par la chute d'une molécule métalloïdique sur le métal positif de chaque couple (pour produire un composé d'un ordre spécial), peut déterminer une vibration synchrone dans les composés du même ordre que renferment les voltamètres, et qui font partie du circuit? Ainsi, pourvu qu'on emploie un nombre de couples suffisant, cette vibration (dont l'amplitude serait proportionnelle à l'énergie voltaïque du couple employé, et croîtrait proportionnellement au nombre des couples de même nature qui fonctionnent ensemble) peut devenir capable de porter les molécules constituantes des composés, entrant en vibration synchrone, au delà de leurs sphères d'activité, entraînant ainsi leur séparation.

---

(1) Je ferai connaître très-prochainement les résultats des expériences que j'ai entreprises sur l'électrolyse de ces acides placés dans ces conditions.

» Cette explication de la décomposition de certains corps, à l'exclusion de certains autres, sous l'influence de la pile, explication que j'ai déjà proposée, devient plus plausible en présence des expériences de M. Abel, relatives aux corps explosifs. En effet, M. Abel a démontré que si la force développée par l'explosion d'un corps, détermine la détonation plus ou moins subite d'un autre corps explosif, et par conséquent ses propriétés brisantes, le caractère de la vibration qui accompagne cette explosion joue un rôle non moins important par son synchronisme avec la vibration qui accompagne l'explosion de l'autre corps.

» En un mot, dans tous les corps, il y a une vibration de leurs molécules constituantes qui leur est propre, et, pour dissocier ces molécules, il suffit de trouver l'agent qui peut donner lieu à une vibration synchrone d'une amplitude suffisante. »

PHYSIQUE. — *Phénomènes observés par* MM. Is. Pierre *et* Puchot *dans la distillation de certains mélanges de liquides insolubles l'un dans l'autre.* Lettre de **M. Is. Pierre** à M. Dumas.

« Vous avez bien voulu attacher quelque importance à quelques-uns des résultats que nous avons été à même d'observer, M. Puchot et moi, sur les phénomènes qui s'accomplissent pendant la distillation de certains mélanges de liquides insolubles l'un dans l'autre, et vous avez pensé que ces résultats méritaient l'insertion dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*

» En attendant l'exposé général de nos recherches et des conséquences qu'il sera permis d'en tirer, veuillez nous permettre de signaler à votre attention les résultats d'une série d'observations faites sur un mélange d'*eau* et de *valérianate amylique, bouillant à* 190 *degrés.*

» Nous avons mis dans une cornue 215 centimètres cubes de valérianate amylique et 220 centimètres cubes d'eau distillée; puis, après avoir ajouté quelques fragments de pierre ponce et quelques bouts de fil de platine, nous avons chauffé, en recueillant successivement les produits fractionnés de la distillation.

» 1[re] *observation.* — Température d'ébullition du mélange : 100 degrés.

» Liquide total condensé : 80 centimètres cubes, contenant :

Éther...............	$27^{cc},5$,	soit 34,4 pour 100.
Eau.................	$52^{cc},5$,	65,6

» 2[e] *observation.* — Température d'ébullition du mélange : $100^{\circ},1$.

» Liquide total condensé, y compris celui de l'observation précédente : 120 centimètres cubes, contenant :

Éther....................	42cc,	soit 35 pour 100.
Eau......................	78cc,	65

» 3e *observation*. — Température d'ébullition du mélange : 100°, 15.

» Liquide total condensé, en y comprenant celui des deux observations précédentes : 160 centimètres cubes, ainsi décomposables :

Éther..................	56cc,	soit 35 pour 100.
Eau....................	104cc,	65

» 4e *observation*. — Température d'ébullition dn mélange : 100c, 15.

» Volume total du liquide condensé, en y comprenant celui des observations précédentes : 200 centimètres cubes, pouvant se décomposer ainsi :

Éther..................	70cc,	soit 35 pour 100.
Eau....................	130cc,	65

» 5e *observation*. — Température d'ébullition du mélange : 100°, 10.

» On a commencé à recueillir le liquide condensé dans un autre flacon gradué.

» Liquide total obtenu : 42 centimètres cubes, ainsi décomposés :

Éther...............	14cc,5,	soit 34,6 pour 100.
Eau.................	27cc,5,	65,4

» 6e *observation*. — Température d'ébullition : 100 degrés.

» Liquide total condensé, y compris celui de l'observation précédente : 80 centimètres cubes, qu'on peut décomposer ainsi :

Éther...............	27cc,5,	soit 34,4 pour 100.
Eau.................	52cc,5,	65,6

» 7e *observation*. — Température d'ébullition du mélange : 100 degrés.

» Le volume total du liquide condensé, en y comprenant celui des deux observations précédentes, s'élevait à 120 centimètres cubes, ainsi décomposables :

Éther.................	42cc,5,	soit 35 pour 100.
Eau...................	78cc,5,	65

» 8e *observation*. — On a poussé l'opération *jusqu'à ce qu'il ne restât plus qu'environ 2 grammes d'eau* dans la cornue, en présence d'un très-grand excès de valérianate amylique (près de 100 centimètres cubes). On a examiné séparément le produit condensé dans cette dernière partie de l'opé-

ration, interrompue lorsque la marche ascendante du thermomètre commençait à s'accuser, vers 100°,25. Le liquide total ainsi recueilli s'élevait à 15 centimètres cubes, dont :

Éther.................	5^{cc},25,	ou 35 pour 100.
Eau..................	9^{cc},75,	65

» En totalisant le liquide obtenu pendant les diverses périodes de la distillation, on obtient :

	Éther.	Eau.
Pour la 1re partie.............	70^{cc}	130^{cc}
Pour la 2e »	47^{cc},75	88^{cc},25
Totaux.................	117^{cc},75	218^{cc},25

» Si nous calculons, au moyen de ces données, les proportions relatives moyennes de ces deux substances contenues dans les 336 centimètres cubes de liquide total condensé pendant la distillation, on y trouve :

Éther.......................	35 pour 100.
Eau........................	65

» Il serait assez difficile de trouver une plus grande constance dans la température d'ébullition du mélange et dans les proportions relatives des deux liquides volatilisés et condensés pendant la distillation.

» En résumé, nous pouvons dire que :

» *Lorsqu'on distille un mélange d'eau et de valérianate amylique,*

» 1° *La température d'ébullition du mélange reste constante, à* 100 *degrés, c'est-à-dire* à 90 degrés *au-dessous de la température d'ébullition du valérianate amylique ;*

» 2° *Les proportions relatives des deux liquides condensés pendant la distillation sont entre elles dans un rapport qui reste* constant *aussi longtemps que l'appareil distillatoire contient en proportion appréciable le moins abondant des deux liquides ;*

» 3° *Ce rapport constant est celui de* 65 *à* 35, *ou, plus simplement, celui de* 13 *volumes d'eau contre* 7 *volumes de valérianate amylique.*

» En poids, ce rapport serait celui de 13 à 6. Nous nous abstiendrons, quant à présent, de tirer des conséquences de ces faits ; nous en ferons bientôt l'objet d'une discussion d'ensemble. »

MÉMOIRES LUS.

M. Grimaud, de Caux, lit un Mémoire ayant pour titre : « Aérage du tunnel du mont Cenis : Étude préliminaire ; par MM. G. Grimaud, de Caux, et A. Boillot. »

(Commissaires : MM. Morin, Combes, Belgrand.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MICROGRAPHIE APPLIQUÉE. — *Sur l'*oïdium aurantiacum. Note de M. Fonssagrives.

(Renvoi à la Commission nommée pour les diverses Communications relatives à l'oïdium qui se développe sur le pain.)

« L'Académie des Sciences, à la suite d'une Communication de M. E. Decaisne relativement à l'*oïdium aurantiacum* ou champignon orangé du pain, a nommé une Commission chargée d'étudier les conditions de développement de ce parasite.

» Je crois devoir, dans l'intérêt des recherches de la Commission, lui signaler, si elle ne connaît déjà ce fait, un moyen de se procurer en tout temps des quantités assez considérables d'*oïdium aurantiacum*. Je n'ai cessé en effet de le voir depuis sept ans, et il m'est arrivé, à plusieurs reprises, de le cultiver et de m'en procurer à volonté des touffes volumineuses.

» A mon arrivée dans le midi, où l'usage du fromage de Roquefort est très-général, j'ai été frappé de l'existence sur la croûte, ou sur une surface de section un peu ancienne de la pâte, de petites taches rouges, qui, examinées de près, ne sont autre chose que des agglomérations d'oïdium orangé. Je me suis étonné d'abord que ce champignon, qui vit sur le pain et qui s'en nourrit, pût s'établir sur un aliment d'une nature aussi différente, mais mon étonnement cessa quand j'appris que le pain entrait souvent dans la fabrication de ce fromage, dont il élève le goût et dont il diversifie et *persille* l'aspect à la faveur des moisissures ordinaires du pain, dont les touffes soyeuses, vert foncé ou verdâtres, se trouvent à côté de celles de l'*oïdium aurantiacum*.

» J'ai recueilli plusieurs de ces petites taches, je les ai étendues à la surface d'un morceau de mie de pain recouvert d'un verre préalablement humecté et placé dans l'obscurité, et, au bout de sept ou huit jours, le pain

était envahi par des moisissures, au milieu desquelles tranchait la vive couleur de la moisissure orangée qui s'était considérablement étendue.

» Je signale ce fait à la Commission, et je me mets volontiers à sa disposition pour lui procurer l'*oïdium aurantiacum* dont elle aurait besoin pour ses recherches. »

M. Netter, en adressant un Mémoire imprimé « Sur la pourriture d'hôpital et le traitement de cette affection par le camphre en poudre », y joint une Lettre destinée à servir de réponse à une Communication de M. *Ozanam* sur ce sujet (séance du 21 août), et à faire comprendre la cause des insuccès signalés.

(Renvoi à l'examen de la section de Médecine et Chirurgie.)

L'Académie renvoie à l'examen de la même Section deux Notes destinées au concours pour le prix Bréant et adressées, l'une de Chambéry, par M. *Carret*, l'autre de Klobouk, cercle de Hradisch, en Moravie, par une personne dont le nom n'a pu être bien lu.

CORRESPONDANCE.

M. Dumas fait à l'Académie un résumé des pièces de la Correspondance relatives à la *Sériciculture* :

« Diverses Communications sont parvenues à l'Académie, au sujet des bons effets obtenus cette année, en France, en Italie et en Autriche, par la méthode de sélection que notre confrère M. *Pasteur* a déduite de ses longues études et qu'il a appliquée à la régénération des graines de ver à soie.

» Pour se borner à la France, il paraît certain que cette année on a fait usage de 100 000 onces au moins de graine préparée par la méthode de notre confrère. On estime la production moyenne de ces graines à 30 kilogrammes de cocons, par once environ. Cette production s'est élevée souvent à 40 kilogrammes, et, dans quelques circonstances, à 50 ou même près de 60 kilogrammes à l'once. Naturellement, on n'arrache plus les mûriers; l'espérance est revenue parmi les éleveurs; on abandonne, peu à peu, la graine du Japon, nécessaire encore, toutefois, puisque la consommation de la graine de ver à soie doit s'élever en France à 1 million d'onces par an ou à peu près.

» La quantité de cocons fournie cette année par les graines du procédé Pasteur s'élevant à 3 millions de kilogrammes représentent 18 à 20 millions

de francs. Le prix des cocons s'étant maintenu bas, à cause des circonstances, on pourrait estimer le produit à 25 ou 26 millions en temps ordinaire. »

M. le Président invite la Commission de Sériciculture à prendre connaissance des documents parvenus à l'Académie sur ce sujet important, et à en faire l'objet d'un Rapport spécial.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces de la Correspondance, une « Revue sommaire de quelques travaux et faits astronomiques récents », rédigée par M. le professeur *Gautier*. Cet opuscule, qui fait suite à d'autres numéros précédemment publiés, comprend les années 1869 et 1870. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

M. le Secrétaire perpétuel, en annonçant l'envoi fait par M. le *Ministre de l'Agriculture et du Commerce* du Rapport qu'a adressé à son administration la Commission instituée pour la nouvelle maladie de la vigne, croit devoir faire remarquer que ce Rapport, terminé depuis une année, a été forcément retardé dans sa publication, ce qui fait comprendre que la Commission n'a pu profiter des résultats des recherches les plus récentes, et notamment de ceux qui se trouvent indiqués dans les deux Communications dont il va être parlé.

ÉCONOMIE RURALE. — *Traitement au moyen de l'acide phénique et autres insecticides, des vignes attaquées par le* Phylloxera vastatrix. Extrait d'une Lettre de **M. Planchon** à M. Dumas.

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre, Blanchard.)

« A propos du *Phylloxera*, me sera-t-il permis de vous dire que la récente circulaire ministérielle recommande exclusivement un système d'arrachage qui a pu être accepté comme un pis aller, il y a un an, par la Commission que vous présidiez, mais auquel nous préférons maintenant les traitements énergiques au moyen des insecticides. L'acide phénique, par exemple, commence à donner des résultats encourageants, et deviendra, nous l'espérons, un moyen vraiment pratique si nous pouvons l'obtenir à 2 francs le litre, sous la forme d'un liquide renfermant de l'acide cressilique et autres homologues de cette série, mais agissant à la dilution de 1 millième dans le sol supposé sec, ou de 2, 3, 4, 5 pour 1000 dans le sol plus ou moins imprégné d'humidité. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Traitement par submersion des vignes attaquées par le* Phylloxera vastatrix. Extrait d'une Lettre de **M. Louis Faucon** à M. Dumas.

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre, Blanchard.)

« J'ai indiqué, dès l'apparition de l'insecte, la submersion des vignes en automne et en hiver, comme le remède le plus simple et le plus sûr.

» Je l'ai appliqué chez moi, avec un succès dont j'ai rendu témoins nombre de propriétaires peu disposés à croire à sa réalité, et qui sont demeurés convaincus.

» Je puis résumer mes observations dans les termes suivants :

» Vingt et un hectares de vignes *mourantes* en 1868 et 1869, situées au milieu du vignoble, jadis florissant et aujourd'hui anéanti, de la commune de Gravéson.

» Ces mêmes vingt et un hectares de vignes en totalité arrachées à la mort et rendues à la santé, par la seule application du procédé de la submersion en automne et en hiver, procédé dont le coût ne revient qu'à 40 francs par hectare.

40	hectolitres de vin récoltés dans ces vignes en 1868.			
35	»	»	»	en 1869.
120	»	»	»	en 1870.
450	»	»	»	en 1871.

Et apparences de récolter 1000 hectolitres en 1872.

» Possibilité d'appliquer le même moyen à presque tous les vignobles de plaine dans les pays atteints ou menacés du *Phylloxera;* ces vignobles submersibles représentant, comme étendue, la moitié des vignes desdits pays, et, comme valeur, au moins les trois quarts du vin récolté.

» Présomption très-fondée de ne voir bientôt plus sur pied que les vignes vieilles ou nouvelles qui auront été soumises au traitement de la submersion.

» Après avoir reconnu que mon moyen de guérison est efficace, pratique et peu dispendieux, on sera bien obligé alors de reconnaître aussi qu'il est applicable dans la généralité des terrains plantés en vignes. »

« **M. Le Verrier** a l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie :

» 1° Une série d'observations d'étoiles filantes faites au petit séminaire de Larressorre, par M. *Souberbielle*, en août 1871 ;

» 2° Une série d'observations d'étoiles filantes faites à La Guerche, par M. *Faucheux*, en août 1871;

» 3° Une lettre de M. *Buys-Ballot*, directeur de l'Institut météorologique d'Utrecht. En conformité de la Note de M. Diamilla Muller, insérée aux *Comptes rendus*, M. Buys-Ballot envoie les diagrammes de l'instrument enregistreur de la déclinaison magnétique à Utrecht.

« ... Relativement à la question que M. Muller s'est posée, je puis, dit M. Buys-Ballot, ajouter que dans les *Actes du provincial Utrechtsch Genvotschap de* 1862, se trouve un Mémoire de ma main, dans lequel j'ai recherché, d'après les publications, du général Sabine, des observations faites à Toronto, Sainte-Hélène, le cap de Bonne-Espérance, Hobart town, si les perturbations magnétiques seraient simultanées et de même signe et grandeur dans les deux hémisphères, et diverses longitudes.

» Mais, comme ces observations ont été faites à l'heure précise *locale*, je ne pouvais répondre à la première question. J'ai, pour ce motif, insisté sur ce que, pour pouvoir saisir le moment précis de la perturbation, l'emploi d'instruments enregistreurs était indispensable.

» Dans ce Mémoire, j'ai encore distribué les perturbations, pour un lieu donné, dans des diverses colonnes, suivant leur ordre de grandeur et non pas, comme le général Sabine, *deviné*, mais *cherché* et *trouvé* la limite des perturbations qui suivent la loi ordinaire, et de celles plus grandes dites *irrégulières*, autrement disposées que les premières dans le cours du jour. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Instrument servant à calculer mécaniquement la valeur des aires, des centres de gravité et des moments d'inertie des figures planes*. Note de **M. Marcel Deprez**, présentée par M. Combes.

« L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but de donner, par une simple lecture, la valeur des intégrales $\int y dx$, $\int y^2 dx$, $\int y^3 dx$ ou, en général, la valeur de l'intégrale $\int y^m dx$ pour toute l'étendue comprise dans une figure plane fermée.

» Il se compose essentiellement d'une tige portant à l'une de ses extrémités un style, avec lequel on suit le contour de la figure, et à l'autre extrémité une roulette dont la circonférence s'appuie constamment sur le papier. L'axe de rotation de cette roulette (qui est toujours dans un plan horizontal) fait, avec une droite fixe prise pour axe des x, un angle variable qui est en chaque point de la courbe fonction de l'ordonnée correspondante. La tige qui porte le style et la roulette est guidée en l'un de ses points suivant la droite servant d'axe des abscisses, droite dont le choix est d'ailleurs arbitraire. La roulette porte un petit tambour dont la circonférence est divisée en 100 parties égales; un vernier donne les dixièmes de division et

un petit disque relié à la roulette par une vis sans fin permet de totaliser le nombre de tours de la roulette.

» Désignons par x et y les coordonnées d'un point de la courbe, par l la longueur de la tige comprise entre le style et le point qui est guidé suivant l'axe des x, par α et β les angles que font respectivement avec l'axe des x la tige porte-style et l'axe de rotation de la roulette, et enfin par φ l'*arc linéaire* dont la roulette a roulé sur le papier. Je démontre dans mon Mémoire que si le style partant d'un point quelconque de la courbe revient à son point de départ en suivant le périmètre, la valeur de l'arc φ est égale à

$$\int dx \sin\beta,$$

l'intégrale étant étendue au contour entier.

Or, par une combinaison fort simple d'engrenages, on peut établir entre β et α l'une des relations suivantes :

$$1^\circ \quad \beta = \alpha; \quad 2^\circ \quad \beta = 2\alpha + \frac{\pi}{2}; \quad 3^\circ \quad \beta = 3\alpha.$$

» Si l'on a suivi la description de l'instrument il est facile de voir que l'on a toujours

$$\sin\alpha = \frac{y}{l};$$

d'où l'on tire, pour chacun des trois cas énoncés plus haut,

$$1^\circ \quad \sin\beta = \frac{y}{l} \quad \text{et} \quad \int dx \sin\beta = \frac{\int y\, dx}{l} + C;$$

$$2^\circ \quad \sin\beta = \cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha = 1 - \frac{2y^2}{l^2} \quad \text{et} \quad \int dx \sin\beta = x - \frac{2\int y^2\, dx}{l^2} + C;$$

$$3^\circ \quad \sin\beta = \sin 3\alpha = 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha \quad \text{et} \quad \int dx \sin\beta = \frac{3\int y\, dx}{l} - \frac{4\int y^3\, dx}{l^3} + C.$$

» De ces trois relations on conclut, en désignant par φ_1, φ_2, φ_3 les lectures faites sur la roulette dans chacun des trois cas,

$$\int y\, dx = \varphi_1 l, \quad \int y^2\, dx = -\frac{\varphi_2 l^2}{2}, \quad \int y^3\, dx = \frac{l^3}{4}(3\varphi_1 - \varphi_3).$$

La première de ces intégrales donne l'aire de la figure fermée, la seconde donne le centre de gravité et la troisième le moment d'inertie.

» Il est facile de voir que l'on obtiendrait par le même procédé les intégrales de la forme $\int y^m\, dx$.

» On peut appliquer cet appareil à la résolution graphique des équations de degrés supérieurs. Il n'est d'ailleurs qu'une application d'une méthode générale développée dans mon Mémoire et qui permet de réaliser matériellement, par de simples combinaisons d'engrenages, toutes les relations entre deux variables qui sont de la forme

$$y = A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + \ldots + A_m x^m,$$

m étant entier et positif. Il est facile de voir que cette relation renferme la solution d'un très-grand nombre de problèmes de cinématique pratique tels que régulateur isochrone, ressort compensateur exerçant sur un point un effort de traction indépendante de son allongement, etc. J'indique tous ces cas particuliers dans mon Mémoire.

» Les appareils actuellement connus sous le nom de *planimètres* ne peuvent donner que l'intégrale $\int y\,dx$. Le plus simple de tous est le *planimètre polaire d'Amsler*, dont la théorie donnée par M. Combes (1) aidera grandement à comprendre celle de mon appareil. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution des équations différentielles linéaires.* Note de **M. C. Jordan**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une des séances de l'hiver dernier, M. Yvon Villarceau a signalé une lacune dans le procédé généralement indiqué pour la solution d'un système d'équations différentielles linéaires à coefficients constants :

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{dt} = a_1 x_1 + \ldots + l_1 x_n, \quad \ldots, \quad \frac{dx_n}{dt} = a_n x_1 + \ldots + l_n x_n.$$

» On sait, en effet, que l'intégration de ce système dépend de l'équation caractéristique

$$(2) \qquad \Delta = \begin{vmatrix} a_1 - s & \ldots & l_1 \\ \vdots & \vdots\vdots\vdots & \vdots \\ a_n & \ldots & l_n - s \end{vmatrix} = 0.$$

Mais le cas où cette équation a des racines égales présente une légère difficulté. On connaît en gros le moyen de la résoudre; mais on n'a pas donné, que nous sachions, une analyse complète et embrassant tous les cas de la question.

» Ce problème peut cependant se résoudre très-simplement par un pro-

(1) *Voir* les 3e et 4e livraisons des *Annales des Mines* pour 1871.

cédé identique à celui dont nous nous sommes servi, dans notre *Traité des substitutions*, pour ramener une substitution linéaire quelconque à sa forme canonique. Nous allons de même ramener le système (1) à une forme canonique, qui puisse s'intégrer immédiatement.

» Le déterminant Δ jouit de cette propriété remarquable et facile à démontrer que ses coefficients ne sont pas altérés lorsqu'on prend pour variables indépendantes, au lieu de $x_1, \ldots, x_n$, des fonctions linéaires quelconques de ces quantités.

» Cela posé, décomposons Δ en facteurs irréductibles, et soit

$$\Delta = [F(s)]^{\mu}[F_1(s)]^{\mu_1}\ldots.$$

Soit σ une des racines de l'équation $F(s) = 0$, par exemple; l'équation (2) aura μ racines égales à σ, et la fonction

$$y = \alpha x_1 + \ldots + \lambda x_n$$

satisfera à la relation

$$\frac{dy}{dt} = \sigma y, \tag{3}$$

si l'on a les n relations

$$\alpha a_1 + \ldots + \lambda a_n = \alpha\sigma, \quad \ldots, \quad \alpha l_1 + \ldots + \lambda l_n = \lambda\sigma,$$

lesquelles, vu la relation $\Delta(\sigma) = 0$, ne sont pas toutes distinctes, et détermineront d'une manière plus ou moins complète les rapports des constantes $\alpha, \ldots, \lambda$. Supposons, pour fixer les idées, que $n - \nu$ de ces relations soient distinctes. Les fonctions qui satisfont à la relation (3) s'exprimeront linéairement par ν d'entre elles, $y_1, \ldots, y_\nu$. Prenons-les pour variables indépendantes à la place de $x_1, \ldots, x_\nu$. Les équations différentielles prendront la forme

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{dy_1}{dt} = \sigma y_1, \quad \ldots, \quad \dfrac{dy_\nu}{dt} = \sigma y_\nu, \\ \dfrac{dx_{\nu+1}}{dt} = a'_1 x_{\nu+1} + \ldots + k'_1 x_n + \text{fonct.}(y_1, \ldots, y_\nu), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dx_n}{dt} = a'_{n-\nu} x_{\nu+1} + \ldots + k'_{n-\nu} x_n + \text{fonct.}(y_1, \ldots, y_\nu), \end{array}\right. \tag{5}$$

et l'on aura $\Delta = (\sigma - s)^{\nu}\Delta'$, Δ' désignant le déterminant

$$\left|\begin{array}{ccc} a'_1 - s & \ldots & k'_1 \\ \vdots & \vdots\vdots\vdots & \vdots \\ a'_{n-\nu} & \ldots & k'_{n-\nu} - s \end{array}\right|.$$

» Donc μ est au moins égal à ν. S'il est plus grand, σ sera racine de l'équation $\Delta' = 0$, et l'on pourra déterminer des fonctions $z_1, \ldots z_\nu$ des variables $x_{\nu+1}, \ldots, x_n$ qui satisfassent à des relations de la forme

$$\frac{dz_1}{dt} = \sigma z_1 + f_1(y_1, \ldots, y_\nu) \quad , \ldots, \quad \frac{dz_{\nu'}}{dt} = \sigma z_{\nu'} + f_{\nu'}(y_1, \ldots, y_\nu).$$

Les fonctions linéaires $f_1, \ldots, f_{\nu'}$ seront distinctes [sans quoi on pourrait déterminer une fonction linéaire de $z_1, \ldots, z_{\nu'}$ satisfaisant à l'équation (3), ce qui est absurde, les seules fonctions de $x_1, \ldots, x_n$ qui satisfassent à cette équation étant, par hypothèse, les fonctions linéaires de $y_1, \ldots, y_\nu$], et l'on peut supposer qu'elles se réduisent respectivement à $y_1, \ldots, y_{\nu'}$, car on peut prendre pour variables indépendantes, à la place de $y_1, \ldots, y_n$, des fonctions linéaires quelconques de ces quantités, sans changer la forme du système (5).

» Prenant $z_1, \ldots, z_{\nu'}$ pour variables à la place de $x_{\nu+1}, \ldots, x_{\nu+\nu'}$, on aura $\Delta = (\sigma - s)^{\nu+\nu'}\Delta''$, Δ'' étant un nouveau déterminant. Donc $\mu \geqq \nu + \nu'$. Si $\mu > \nu + \nu'$, on pourra déterminer des fonctions $u_1, \ldots, u_{\nu''}$ satisfaisant à des relations de la forme

$$\frac{du_1}{dt} = \sigma u_1 + \varphi_1(y_1, \ldots, y_\nu, z_1, \ldots, z_{\nu'}),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\frac{du_{\nu''}}{dt} = \sigma u_{\nu''} + \varphi_{\nu''}(y_1, \ldots, y_{\nu'}, z_1, \ldots, z_{\nu'}),$$

$\varphi_1, \ldots, \varphi_{\nu''}$ étant des fonctions distinctes que l'on peut supposer se réduire à $z_1, \ldots, z_{\nu''}$. Poursuivant ainsi, on voit que les variables indépendantes peuvent être choisies de telle sorte qu'aux μ racines égales à σ que possède l'équation $\Delta = 0$ correspondent μ variables nouvelles formant un certain nombre de séries contenant respectivement $r, r', \ldots$ variables, $r + r' + \ldots$ étant égal à μ, et les variables d'une même série étant liées par une suite de relations de la forme

$$(6) \quad \frac{dy_1}{dt} = \sigma y_1, \quad \frac{dz_1}{dt} = \sigma z_1 + y_1, \quad \frac{du_1}{dt} = \sigma u_1 + z_1, \quad \ldots, \quad \frac{dw_1}{dt} = \sigma w_1 + v_1.$$

Soit r le nombre de variables de la série $y_1, \ldots, w_1$; le système des équations (6) aura évidemment pour intégrales le système suivant :

$$w_1 = e^{\sigma t}\psi(t), \quad v_1 = e^{\sigma t}\psi'(t), \quad \ldots, \quad y_1 = e^{\sigma t}\psi^{r-1}(t),$$

$\psi(t)$ étant une fonction entière arbitraire du degré $r - 1$.

» *Remarque I.* — Pour que t ne figure pas dans l'intégrale en dehors de l'exponentielle, il sera nécessaire et suffisant que chaque série ne contienne qu'une variable, d'où la condition $\mu = \nu$. Donc les relations (4) doivent se réduire à $n - \mu$ distinctes, ce qui exige que, *non-seulement* Δ, *mais tous ses mineurs d'ordre* $\nu - 1$ *s'annulent pour* $s = \sigma$.

» *Remarque II.* — Les nouvelles variables $y_1, \ldots, w_1$ sont des fonctions linéaires de $x_1, \ldots, x_n$ contenant l'irrationnelle σ, et pourront se mettre sous la forme

$$y_1 = \mathrm{Y}_0 + \mathrm{Y}_1 \sigma + \ldots + \mathrm{Y}_{m-1} \sigma^{m-1}, \quad \ldots, \quad w_1 = \mathrm{W}_0 + \mathrm{W}_1 \sigma + \ldots + \mathrm{W}_{m-1} \sigma^{m-1},$$

$\mathrm{Y}_0, \ldots, \mathrm{W}_{m-1}$ étant des fonctions linéaires de $x_1, \ldots, x_n$ à coefficients rationnels, et m étant le degré de l'équation irréductible

$$\mathrm{F}(s) = s^m + \mathrm{A}s^{m-1} + \ldots + \mathrm{K}s + \mathrm{L} = 0,$$

dont σ est racine.

» Cela posé, on pourra, en tenant compte de l'équation $\mathrm{F}(\sigma) = 0$, mettre les équations (6) sous la forme

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d\mathrm{Y}_0}{dt} + \sigma \frac{d\mathrm{Y}_1}{dt} + \ldots + \sigma^{m-1} \frac{d\mathrm{Y}_{m-1}}{dt} \\ &\qquad = -\mathrm{LY}_{m-1} + \sigma(\mathrm{Y}_0 - \mathrm{KY}_{m-1}) + \ldots + \sigma^{m-1}(\mathrm{Y}_{m-2} - \mathrm{AY}_{m-1}), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ &\frac{d\mathrm{W}_0}{dt} + \sigma \frac{d\mathrm{W}_1}{dt} + \ldots + \sigma^{m-1} \frac{d\mathrm{W}_{m-1}}{dt} \\ &\qquad = -\mathrm{LW}_{m-1} + \mathrm{V}_0 + \sigma(\mathrm{W}_0 - \mathrm{KW}_{m-1} + \mathrm{V}_1) + \ldots \\ &\qquad\quad + \sigma^{m-1}(\mathrm{W}_{m-2} - \mathrm{AW}_{m-1} + \mathrm{V}_{m-1}). \end{aligned}\right.$$

» Soient maintenant σ' une autre racine quelconque de l'équation $\mathrm{F}(s) = 0$, $y'_1, \ldots, w'_1$ les fonctions obtenues en changeant σ en σ' dans l'expression de $y_1, \ldots, w_1$; il est aisé de voir que ces fonctions satisferont aux relations

$$\frac{dy'_1}{dt} = \sigma' y'_1, \quad \frac{dz'_1}{dt} = \sigma' z'_1 + y'_1, \quad \ldots, \quad \frac{dw'_1}{dt} = \sigma' w'_1 + v'_1,$$

lesquelles pourront être mises sous une forme analogue à (7), sauf le changement de σ en σ'.

» Les équations (7) seront donc satisfaites, quelle que soit celle des racines de $\mathrm{F}(s) = 0$ que l'on substitue à σ; on en déduit sans peine qu'on

aura séparément

$$(8)\begin{cases} \dfrac{dY_0}{dt}=-LY_{m-1}, & \dfrac{dY_1}{dt}=Y_0-KY_{m-1}, \quad \ldots, \quad \dfrac{dY_{m-1}}{dt}=Y_{m-2}-AY_{m-1}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dW_0}{dt}=-LW_{m-1}+V_0, & \dfrac{dW_1}{dt}=W_0-KW_{m-1}+V_1, \ldots, \quad \dfrac{dW_{m-1}}{dt}=W_{m-2}-AW_{m-1}+V_{m-1}. \end{cases}$$

» On obtient ainsi un système de rm équations différentielles linéaires pour déterminer les rm nouvelles fonctions $Y_0, \ldots, Y_{m-1}; \ldots; W_0, \ldots, W_{m-1}$ que l'on prend pour variables indépendantes, à la place de $y_1, \ldots, w_1$; $y'_1, \ldots, w'_1; \ldots$.

» Considérons une autre série quelconque, parmi celles qui correspondent à la racine σ; et soit r' le nombre des fonctions qu'elle contient. Ces fonctions, et leurs associées, obtenues en y remplaçant σ par les diverses racines de $F(s) = 0$, pourront de même être remplacées comme variables indépendantes par $r'm$ nouvelles fonctions, entièrement rationnelles, qui dépendront d'un système de $r'm$ équations linéaires.

» Opérant de même sur chacune des séries correspondantes à la racine σ, puis traitant les facteurs $F_1(s), \ldots$ du déterminant Δ comme nous avons traité le premier, on arrive à la proposition suivante :

» *On pourra remplacer les variables $x_1, \ldots, x_n$ par d'autres variables indépendantes, fonctions linéaires des premières, à coefficients rationnels, et choisies de telle sorte que le système des équations différentielles linéaires qui les déterminent se décompose en autant de systèmes partiels que le déterminant Δ contient de facteurs irréductibles différents* $F(s)$, $F_1(s), \ldots$.

» *Le système partiel correspondant à l'un de ces facteurs irréductibles, tel que* $F(s)$, *sera lui-même décomposable en autant de systèmes moindres qu'il y a de séries distinctes correspondant à l'une quelconque σ des racines de* $F(s) = 0$. *Ces systèmes seront de la forme* (8). »

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les rapports des propriétés spectrales des corps simples avec leurs propriétés physiologiques*. Extrait d'une Lettre de **M. F. Papillon** à M. Dumas

« MM. Troost et Hautefeuille viennent d'établir, par des expériences précises, que, dans la famille des métalloïdes biatomiques (soufre et ses congénères), les raies spectrales s'éloignent d'autant plus du rouge pour se rapprocher du violet que le poids atomique du corps simple est plus élevé. M. Ditte a trouvé une loi identique pour la famille des métalloïdes tétrato-

miques (carbone et ses congénères). M. Lecoq de Boisbaudran, à son tour, a observé une règle littéralement, exactement inverse pour toute une classe de métaux. Comme vous l'avez fait remarquer, et comme l'a exprimé aussi M. H. Sainte-Claire Deville, ces résultats ne sont nullement incompatibles. Ce qui tend encore à le prouver, et ce qui constitue le rapprochement dont j'ai parlé, c'est qu'en étudiant à un tout autre point de vue, au point de vue physiologique, le *processus* des propriétés inhérentes aux éléments ordonnés en séries naturelles, on y remarque un *renversement* analogue, en passant d'une série à l'autre.

» Un savant très-distingué, M. le Dr Rabuteau, a établi, en effet, par des expériences nombreuses, consignées en partie dans un Mémoire auquel l'Académie a décerné une de ses couronnes, que l'intensité physiologique (ou si l'on aime mieux le pouvoir toxique) des métaux est en *raison directe* de leur poids atomique. Cette loi atomo-physiologique s'applique uniformément à tous les métaux. Leur nocuité à tous s'accroît avec leur poids atomique. Mais si l'on passe aux métalloïdes, il n'en est plus de même. Pour la famille monatomique du chlore, ainsi que l'avait démontré déjà M. Bouchardat, et que l'a vérifié M. Rabuteau, l'énergie physiologique est juste en *raison inverse* du poids atomique du métalloïde. Les fluorures d'un même métal sont beaucoup plus vénéneux que ses iodures, et la toxicité des chlorures et bromures est intermédiaire. Pour les métalloïdes biatomiques, la loi est rigoureusement inverse, c'est-à-dire qu'elle redevient semblable à celle des métaux. L'activité physiologique de leurs composés hydrogénés (eau, hydrogène sulfuré, hydrogène sélénié, acide tellurhydrique) augmente dans le même sens que les poids atomiques 16, 32, 79 et 128 de l'oxygène, du soufre, du sélénium et du tellure. Il en est de même pour les autres composés de ces quatre métalloïdes, ainsi que l'ont montré les expériences trop peu connues de M. Rabuteau.

» Il semble donc qu'une loi applicable à un groupe naturel ne l'est pas toujours à un autre, et que, pour la rendre telle, il faut quelquefois en renverser mathématiquement l'énoncé, ou en multiplier arithmétiquement certains termes, comme s'il y avait, dans l'harmonie un peu confuse de la nature, des espèces de hiérarchies, de régressions, de rebroussements, comme disait Leibniz. »

ANALYSE SPECTRALE. — *Remarques sur une dernière Note de M. Cornu;* *par* **M. Janssen.**

« J'avais présenté à M. Cornu quelques objections amicales sur les conséquences, un peu hâtives à mon sens, qu'il tire de ses expériences sur les vapeurs métalliques. M. Cornu me répond qu'il ne voit dans ma Note aucune objection bien précise, et qu'il attend de moi des faits et non des hypothèses pour modifier ses conclusions.

» Je crois que M. Cornu renverse ici les rôles. Le mien a été bien simple. Heureux de voir un savant distingué aborder l'analyse spectrale, qui n'est pas encore assez cultivée à mon sens, j'ai applaudi aux expériences en question, bien que ces expériences ne présentent que des faits très-prévus par les principes connus et que, s'ils n'ont pas tous été expressément publiés, ils ont été couramment observés par ceux qui s'occupent spécialement d'analyse spectrale. Mais il m'a été impossible de suivre l'auteur jusqu'à admettre que ses expériences nous présentent « une véritable reproduction » de la constitution hypothétique du Soleil et une synthèse du phénomène » spectral qu'il présente ». Le problème de cette constitution du Soleil a épuisé les efforts des astronomes et des physiciens depuis un demi-siècle; le génie de M. Kirchhoff y a failli, et nous sommes loin de la connaître complétement, même dans les traits généraux; mais nous savons très-bien qu'elle donne naissance à des phénomènes très-complexes, qu'une expérience de laboratoire est absolument impuissante à représenter dans leur ensemble. Si donc M. Cornu persiste dans son affirmation sans en apporter d'autres preuves, il me permettra de lui dire que l'hypothèse est toute de son côté.

» Ai-je besoin d'ajouter que les expériences que je signalais sur la vapeur de sodium sont toutes différentes de celle si connue de Foucault sur le renversement de la raie D, à laquelle M. Cornu les assimile. Foucault s'était servi de l'arc électrique où la vapeur de sodium est lumineuse, au moins en grande partie, et les phénomènes d'absorption observés ne sont que la différence entre les pouvoirs émissifs et absorbants de cette vapeur. Je me sers, au contraire, de sodium volatilisé entre des lames de verre extrêmement rapprochées. La vapeur n'est pas lumineuse et se prête alors avec rigueur aux mesures de son pouvoir absorbant.

» Il serait également bien facile de montrer que, dans les expériences en question, le phénomène spectral diffère essentiellement de celui qui sert de base à la théorie à laquelle M. Cornu fait allusion; mais je m'arrête ici,

désirant clore l'incident et persuadé d'ailleurs que, si M. Cornu continue ces intéressantes études et pénètre davantage dans ce difficile sujet, il reconnaîtra ce qu'il y avait de fondé dans la remarque générale qui faisait le fond de ma Note. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur la faune et la flore de l'horizon lacustre jurassique intermédiaire entre l'oolithe inférieure et l'oolithe moyenne du revers sud et sud-ouest du plateau central; par* M. le Dr **Bleicher**.

« L'existence d'un horizon à lignites dans l'oolithe inférieure de la région sud-ouest de la France est connue depuis longtemps; Dufrénoy l'a indiquée à Cadrieu près de Cajarc (1); en 1849, notre excellent maître, M. le professeur de Rouville, annonça la présence d'un vaste développement de couches de ce genre dans le troisième groupe de l'oolithe inférieure du plateau du Larzac avec les fossiles suivants : Cyclades, Cyrènes, Paludines, Mytilus (2). Depuis, M. le professeur Vezian, en parlant des formations fluvio-marines, cite comme exemple celles du Larzac (3), qu'il place entre l'oolithe inférieure et l'oxfordien, en les rapportant à une causé de charriage.

» Ces notions, jointes à celles qui ont trait à l'exploitation des lignites (4), sont les seules qu'on ait, à notre connaissance, sur la nature de ces couches lacustres intercalées dans le terrain jurassique de ces régions.

» En 1868, des recherches géologiques faites sur le revers sud-ouest du plateau central et publiées depuis (5), nous amenèrent à étudier ces couches ligniteuses. Elles affleurent déjà à Varaire (Tarn-et Garonne), où l'on a essayé de les exploiter; mais c'est surtout sur la route de Figeac à Cajarc (Lot), à mi-côte de la descente du causse de Gréalou, qu'une magnifique coupe naturelle nous a permis d'étudier cet horizon et de le caractériser par des fossiles lacustres nouveaux.

» Nous pensons d'ailleurs que ce n'est pas de cet horizon que Dufrénoy a voulu parler; car, à Cadrieu et à Saint-Martin-du-Boubal, près de Ca-

---

(1) *Description géologique de la France*, t. II.

(2) D'Archiac, *Progrès de la géologie*, t. VI, p. 49. — *Académie de Montpellier*, no V, 1849.

(3) *Prodrome de géologie*, t. I, p. 587; 1867.

(4) *Annales des Mines*, 3e série, t. XII, p. 161; 5e série, t. II, *Pl.* 9 et 10, p. 467.

(5) *Thèse de doctorat ès-sciences naturelles;* Montpellier, 1870.— *Essai de géologie comparée des Pyrénées, du plateau central et des Vosges*.

jarc, il existe des couches ligniteuses immédiatement au-dessus du calcaire marneux à *gryphea sublobata*, base de l'oolithe inférieure, par conséquent au-dessous de celles qui font le sujet de cette étude, et qui forment la transition entre l'oolithe inférieure et l'oxfordien. L'étude géologique consciencieuse et plusieurs fois répétée de la coupe naturelle dont nous avons parlé, ainsi que la détermination des fossiles marins et lacustres qu'on y trouve assez abondamment, nous amènent à distinguer, dans cette partie du jurassique, deux étages à lignites séparés par des couches exclusivement marines.

» C'est dans l'étage supérieur que nous avons découvert les fossiles lacustres; ils ont été déterminés, ainsi que les fossiles marins des couches supérieures et inférieures qui ont servi de contrôle à nos recherches stratigraphiques, par M. le professeur Sandberger, de Wurzbourg. Il a imposé aux fossiles lacustres nouveaux (1) les noms suivants : *Neritina bidens*, Sandb.; *Planorbis calculus*, Sandb.; *Paludina bulbiformis?* Sandb.; *Melania macrochiloïdes*, Sandb.; *Corbula* (*Potamomya*) *tristriata*, Sandb. Il existe encore, dans les mêmes schistes charbonneux, une *Auricula* indéterminée, des écailles de *Lepidotus*, et des graines de *Chara*, auxquelles M. de Saporta a donné le nom de *Chara Bleicheri*, Sap.

» Dans ces derniers temps, nos recherches géologiques nous ont amené à étudier les couches ligniteuses exploitées du Larzac (Aveyron), de la Cavalerie, à Saint-Jean-du-Bruel. Leur position est exactement indiquée par MM. de Rouville et Vezian; mais plus heureux que les premiers explorateurs de ces gisements, nous y avons trouvé de nouveaux fossiles, grâce au concours d'un amateur distingué de géologie, M. Julien de la Salle, de Saint-Jean-du-Bruel.

» A côté des Cyclades, des Cyrènes, des Paludines indiquées par M. de Rouville, nous y avons trouvé la *Corbula* (*Potamomya*) *tristriata* Sandb., une *Lymnée* de grande taille parfaitement déterminable, une *Auricula* de petite taille un peu écrasée, une *Melania?* de 1 centimètre de longueur, des Cypris en quantités innombrables, rappelant le *Cypris faba* du Purbeck. Les poissons y sont représentés par une dent palatine très-belle de *Sargus* et des écailles de *Lepidotus*.

» Dans tous les gisements que nous avons explorés, il existe de plus des impressions végétales parmi lesquelles il est facile de reconnaître les genres suivants : *Equisetum*, tiges parfaitement conservées, feuilles de la collerette

---

(1) *Land und Süsswasser Conchylien*, p. 12 à 16, en voie de publication.

à une seule nervure, caractère qui distingue, d'après M. Duval-Jouve, l'*Equisetum maximum* de nos jours; Rhizomes d'*Equisetum?* ou tiges de plantes appartenant à un genre voisin, debout au milieu de la marne; *Zamites*, feuilles épaisses; Conifère, une espèce voisine du *Gincko biloba*, d'après sa nervation? Fougères, deux espèces à nervures distinctes, appartenant au genre *Pteris* : l'une des pinnules de Fougère que nous avons en notre possession porte sur sa face dorsale les impressions en creux des spores ou organes de fructification.

» Les couches schisteuses et ligniteuses qui contiennent cette faune et cette flore sont disposées de la manière suivante : à la base de cet horizon, au-dessus de la dolomie, les tiges d'*Equisetum* et les rhizomes sont debout ou couchés, mélangés avec une faune marine, de *Trigonies*, de *Ceromya*, etc.; plus haut, la faune lacustre domine avec les *Cyrena*, *Cypris*, *Cyclas*, *Lymnées*, etc., pour être définitivement remplacée par la faune marine oxfordienne.

» Ces deux horizons lacustres, quoique séparés par de grandes distances, sont identiques; en effet, ils sont compris tous les deux entre des couches de même valeur stratigraphique, quoique différentes au point de vue lithologique : dans le Lot, entre le calcaire compacte de la partie supérieure de l'oolithe inférieure et le calcaire en plaques cristallin de l'oxfordien; dans le Gard et l'Aveyron, entre la dolomie de la partie supérieure de l'oolithe inférieure et le calcaire marneux de l'oxfordien. De plus, quelques fossiles lacustres leur sont communs, ce sont : *Potamomya tristriata* Sandb., *Paludina bulbiformis?* Sandb., *Auricula*, et des plantes palustres vivant dans les mêmes conditions s'y retrouvent, *Equisetum*, *Chara*.

» Quant à la manière dont se sont déposées ces alluvions lacustres, il est évident que la présence de tiges et de rhizomes en place, debout ou couchés au milieu d'une marne à éléments excessivement ténus, l'abondance de coquilles lacustres, à test mince, bien conservées, de Cypris à test plus mince encore, de plantes dont tous les détails ont été parfaitement moulés, prouve que ces animaux et ces plantes ont vécu sur place.

» L'histoire de cet horizon lacustre, actuellement reconnu dans cinq départements (Lot, Aveyron, Gard, Lozère, Tarn-et-Garonne) forme un chapitre nouveau et intéressant de l'étude des terrains jurassiques du midi de la France, et nous promettons à tout géologue qui s'en occupera des découvertes paléontologiques nombreuses. »

CHIMIE. — *Recherches sur la transformation réciproque des deux états allotropiques du phosphore* (1[re] partie); *par* **M. G. Lemoine** (1).

« Des études approfondies ont montré qu'un grand nombre de phénomènes chimiques sont le résultat de l'équilibre de deux actions contraires. Tels sont : la décomposition mutuelle des sels, étudiée par Dulong et M. Malaguti; les phénomènes de dissociation; l'action de l'étincelle électrique sur plusieurs mélanges gazeux; la formation et la décomposition des éthers.

» La transformation mutuelle des deux états allotropiques du phosphore appartient à ce groupe des réactions limitées par l'action inverse. Elle s'y distingue par l'extrême simplicité des conditions théoriques, car elle porte sur les molécules d'un même corps simple, ne différant entre elles que par une certaine quantité de chaleur : c'est un véritable *changement d'état chimique*. Une transformation analogue a lieu pour plusieurs corps composés : le cyanogène, l'acide cyanique, le chloral, le styrolène, etc.

» Au delà de 260 degrés, on peut produire à volonté, pour le phosphore, chacune des deux transformations inverses. Si l'on chauffe, en vase clos, une quantité suffisante de phosphore ordinaire, il donne du phosphore rouge. L'inverse a lieu en partant du phosphore rouge. Le présent travail, appuyé sur cent trente déterminations complètes, a pour but la *mesure* de ces phénomènes. Il en montre la *limite commune;* il en étudie la marche progressive, et donne ainsi sur la *vitesse des réactions* des renseignements d'une portée très-générale.

» *Mode d'expérience.* — Toutes les déterminations sont relatives à la température de 440 degrés, celle de l'ébullition du soufre, obtenue avec l'appareil de M. H. Deville. Les ballons, portés vers 200 degrés pour chasser l'humidité, étaient fermés vides. Après avoir chauffé à 440 degrés, on refroidissait brusquement avec de l'eau chaude pour éviter l'influence des températures intermédiaires. Les deux états allotropiques étaient séparés par le sulfure de carbone, puis dosés par différents procédés (2).

» *Transformation du phosphore rouge.* — Cette première série d'expé-

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant, en étendue, les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) *Procédés de dosage :* 1° Pesée du phosphore rouge résidu;

2° Pesée directe du phosphore ordinaire : la dissolution dans le sulfure de carbone est

riences porte sur des ballons de 60 à 600 centimètres cubes, vides, chauffés dans toutes leurs parties à 440 degrés.

» 1° Si des espaces différents contiennent des quantités de phosphore rouge proportionnelles aux volumes, les quantités de phosphore ordinaire obtenues sont elles-mêmes proportionnelles à ces volumes.

» La transformation se ramène ainsi à un espace de 1 litre. Elle est avant tout un phénomène de tension de vapeur. On peut donc suivre son analogie, soit avec la volatilisation, soit avec la dissociation.

» J'appelle : *t* la durée de la température de 440 degrés, V le volume, P le poids de phosphore rouge introduit, Y le poids de phosphore ordinaire obtenu :

t	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}	8^{h}
V....	498^{cc},1	278^{cc},6	476^{cc},3	63^{cc},9	516^{cc},8	91^{cc}	414^{cc},4	153^{cc},7	82^{cc},7	455^{cc},0
P....	0^{gr},903	0^{gr},529	2^{gr},348	0^{gr},313	8^{gr},296	1^{gr},458	12^{gr},530	4^{gr},601	7^{gr},927	46^{gr},324
Y....	0,663	0,373	1,336	0,183	2,340	0,421	1,819	0,686	0,324	1,751
$\frac{P}{V}$...	1,81	1,90	4,93	4,90	16,05	16,02	30,24	29,94	95,85	102,0
$\frac{Y}{V}$...	1,33	1,34	2,87	2,86	4,55	4,65	4,39	4,46	4,11	4,05

» 2° Étudions l'influence complexe du poids de phosphore rouge introduit sur le poids de phosphore ordinaire obtenu dans un temps donné (huit heures).

» Avec de petites quantités (1^{gr},8 et 4^{gr},9 par litre), la transformation, quoique portant sur une fraction de plus en plus grande, *n'est jamais totale :* dans des expériences spéciales, 0^{gr},63 et 0^{gr},57 ont donné, en huit heures, seulement 0^{gr},60 et 0^{gr},55 de phosphore ordinaire.

» Dès qu'on arrive à 16 grammes, la quantité de phosphore ordinaire s'éloigne assez peu de 4^{gr},6 par litre. Elle ne croît pas indéfiniment avec la quantité de phosphore rouge : *la transformation est limitée.*

évaporée avec une extrême lenteur, puis se solidifie dans une atmosphère d'hydrogène, en présence de potasse imbibée d'alcool;

3° Dosage du phosphore ordinaire à l'état de pyrophosphate de magnésie : on attaque par 1 volume d'acide azotique et $1\frac{1}{2}$ volume d'eau; on suroxyde par le chlore; on précipite la liqueur avec les précautions ordinaires, mais en y ajoutant $\frac{1}{4}$ de son volume d'alcool; on lave avec un mélange de 1 volume d'ammoniaque, 1 volume d'alcool et 3 à 4 volumes d'eau;

4° Dosage direct par les liqueurs titrées : la dissolution de phosphore dans le sulfure de carbone est versée, jusqu'à ce qu'elle la décolore complétement, dans 10 centimètres cubes d'une dissolution de brome très-pur (protobromure, $PhBr^3$).

» Ce nombre de $4^{gr},6$ correspondrait exactement à une tension maximum sans une perturbation singulière : la quantité de phosphore ordinaire diminue lorsqu'on part de grandes quantités de phosphore rouge : avec 1000 grammes par litre, on n'a jamais plus de $3^{gr},65$. Cette perturbation vient d'un changement partiel en phosphore rouge du phosphore ordinaire d'abord produit. Plusieurs faits le confirment : chauffé en grande quantité, le phosphore rouge prend en partie une teinte plus pâle, due à cette seconde formation; il forme un culot et des grumeaux difficiles à désagréger. Le phosphore ordinaire, se condensant entre les particules de phosphore rouge, et se changeant lui-même en cet état allotropique, a cimenté ces particules entre elles, quoiqu'il n'y ait eu aucune fusion véritable.

» 3° Le phosphore rouge résidu, séparé par le sulfure de carbone, puis chauffé de nouveau, donne des nombres d'accord avec les précédents, même après deux opérations successives. Le phosphore rouge employé est donc chimiquement homogène.

» 4° En chauffant moins longtemps, la transformation est, en général, encore moins complète. Cependant, avec 30 grammes par litre, il y a accroissement notable, car la perturbation n'a pas encore apparu :

En 2 heures	$\frac{P}{V}$....	$1^{gr},80$	$4^{gr},9$	$16^{gr},0$	$30^{gr},0$
	$\frac{Y}{V}$....	$0^{gr},80$	$1^{gr},62$	$3^{gr},67$	$4^{gr},75$

» 5° En chauffant plus longtemps, la transformation, avec de petites quantités, devient plus complète, mais ses progrès sont très-lents. Pour de grandes quantités, la perturbation produit une diminution notable, corrélative d'une agglomération plus grande, mais les variations se ralentissent de plus en plus à mesure que le temps augmente; la *diminution a une limite* (environ $3^{gr},7$ pour 30 grammes) :

t	39^h.	83^h.	30^h.	54^h.	$23^h\frac{1}{2}$.	32^h.	47^h.
V...	$420^{cc},4$	$293^{cc},5$	$364^{cc},2$	$257^{cc},0$	$407^{cc},1$	511^{cc}	$379^{cc},5$
P...	$0^{gr},761$	$1^{gr},498$	$5^{gr},934$	$4^{gr},413$	$12^{gr},177$	$15^{gr},748$	$11^{gr},495$
Y...	0,722	0,975	1,467	0,925?	1,600	1,909	1,411
$\frac{P}{V}$...	1,81	5,10	16,29	17,17	29,91	30,82	30,29
$\frac{Y}{V}$...	1,72	3,32	4,03	3,60?	3,93	3,74	3,72

» 6° Le résumé général suivant donne la relation entre le temps et les

quantités de phosphore ordinaire produites à 440 degrés par différents poids de phosphore rouge (1) :

	t	2h.	8h.	23h.	32h.	47h.	54h.	83h.
$\frac{P}{V}=$ 1,8	$\frac{Y}{V}$...	0gr,80	1gr,33	»	1gr,7	»	»	»
$\frac{P}{V}=$ 4,9	$\frac{Y}{V}$...	1,62	2,9	»	»	3gr,2?	»	3gr,32
$\frac{P}{V}=$ 7,8	$\frac{Y}{V}$...	»	3,5	»	»	»	»	»
$\frac{P}{V}=$ 16	$\frac{Y}{V}$...	3,67	4,6	»	4,0	»	3gr,6?	»
$\frac{P}{V}=$ 30	$\frac{Y}{V}$...	4,75	4,4	3gr,9	3,7	3gr,7	»	»
$\frac{P}{V}=$ 100	$\frac{Y}{V}$...	»	4,1	»	»	»	»	»
$\frac{P}{V}=$ 1000	$\frac{Y}{V}$...	»	3,5?	»	»	»	»	»

(1) Deux séries d'expériences accessoires complètent ces données numériques :

Transformation du phosphore rouge sous pression. — Les ballons, chauffés dans toutes leurs parties à 440 degrés, contenaient de l'azote (pression à $440° = 1\frac{1}{2}^{atm}$) :

En 8 heures, pour	$\frac{P}{V}=$ 4gr,9	on a	$\frac{Y}{V}=$ 2gr,8	au lieu de	2gr,9
»	16,0	»	4,1	»	4,6
»	30,0	»	4,3	»	4,4

La pression ne diminue donc que très-peu la transformation.

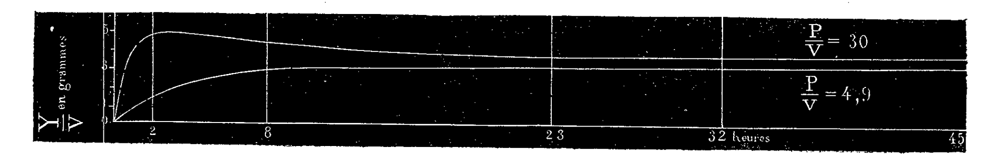
Transformation du phospphore rouge en présence d'un appareil de condensation. — Les expériences étaient analogues à la mesure des densités de vapeurs :

1° Le poids par litre de la vapeur de phosphore restant dans le ballon à 440 degrés a varié de 2gr,36 à 2gr,41. Il est peu différent (eu égard aux difficultés de l'expérience) du poids 2gr,12 obtenu par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost en partant du phosphore ordinaire.

2° La transformation, naturellement illimitée, est encore extrêmement lente :

t	7h.	8h.	2h.	1h ½.	3h.	2h ½.
V.....	465cc	471cc	470cc,6	531cc,7	456cc	474cc,9
P.....	23gr,0	22gr,5	14gr,62	11gr,9	10gr,6	9gr,46
Y.....	10,2	11,1	3,64	3,4	4,2	3,48
$\frac{P}{V}$......	49,5	47,8	31,1	22,4	23,2	19,9
$\frac{Y}{V}$......	21,9	23,6	7,7	6,4	9,2	7,3

» Considéré dans sa marche progressive, le phénomène offre deux actions inverses.



» Dans la première phase, domine la transformation du phosphore rouge. Elle est d'autant plus rapide et se produit jusqu'à un maximum d'autant plus élevé qu'on est parti de masses plus grandes.

» L'action inverse finit par devenir prédominante pour des masses un peu grandes (16 ou 30 grammes), puisqu'alors le phosphore ordinaire diminue. Mais le maximum d'abord atteint correspondrait à un équilibre définitif s'il n'était rendu instable par une perturbation spéciale, par une agglomération qui est d'autant plus prompte qu'on part de masses plus grandes, c'est-à-dire que le jeu des deux actions élémentaires inverses est plus rapide. Cette influence d'un changement d'état des surfaces n'est pas rare en chimie (polarisation des électrodes, etc.).

» Sans cette agglomération, la transformation du phosphore rouge, toute lente qu'elle soit, serait exactement comparable à l'équilibre mobile de la vaporisation d'un liquide. Mais, malgré la perturbation, *elle finit par tendre, dans tous les cas, vers une limite à peu près identique, comprise entre* $3^{gr},5$ *et* $3^{gr},7$ *par litre*. La tension correspondant à ce nombre représente le dernier terme, l'état d'équilibre définitif du phénomène.

» Dans une prochaine Communication, ces résultats seront complétés par les recherches relatives à la transformation du phosphore ordinaire ».

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur la composition des bières françaises et étrangères consommées à Paris; par* **M. E. Monier.**

« Au point de vue de leur composition, on peut ranger les bières en deux classes : 1° les bières amères ou celles du nord de la France, de l'Angleterre et de la Belgique; 2° les bières sucrées, provenant principalement de l'Allemagne et de l'Autriche. Les premières ont généralement une densité peu élevée, l'extrait solide de ces bières est moins considérable que dans les bières allemandes; il n'est pas rare de trouver dans ces dernières jusqu'à 75 grammes par litre de matières gommeuses, presque entièrement composées de dextrine et glucose.

» Lorsque la dextrine et la glucose ont été obtenues par l'action de la diastase sur l'amidon, la bière allemande qui les renferme n'a pas d'effet nuisible sur l'économie. Malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi; car les produits sont le plus souvent obtenus par l'action de l'acide sulfurique sur la fécule ou l'amidon. Alors, la bière est d'une digestion plus difficile; elle altère et peut même provoquer des affections bronchiques.

» Le tableau suivant donne le résultat de mes recherches pour différentes bières consommées à Paris. Leur densité varie de 1,008 à 1,023; la glucose a été évaluée par la liqueur de Fehling et les sels par l'incinération de l'extrait provenant d'un poids déterminé de bière.

Pour 1000 *grammes*.

		Alcool (en volume).	Glucose.	Dextrine, substances albuminoïdes, etc.	Sels.
		cc	gr	gr	gr
Bières amères	de France, nord	40,00	7,03	31,77	1,60
	id.	32,50	4,80	31,00	2,10
	id.	36,00	6,60	33,10	2,20
	Pale ale (Burton)	60,50	8,25	39,35	2,80
	id.	55,00	8,30	40,10	2,65
Bières sucrées	de Munich	56,25	15,10	58,40	2,52
	id.	56,50	16,20	56,45	2,40
	de Vienne (Autriche)	52,50	11,00	55,30	2,30
	d'Amsterdam	53,75	13,55	51,50	2,20
	de Paris, dite *de Strasbourg*	47,00	16,30	45,00	2,65
	id.	45,00	14,35	51,30	2,05
	id.	47,50	11,60	43,40	2,00

» En résumé, on voit d'après ces analyses que les bières amères renferment la moitié environ des glucose et dextrine des bières allemandes; lorsque la glucose a été ajoutée, on trouve toujours dans ces produits une quantité plus ou moins forte de sulfates pouvant s'élever à $1^{gr},5$ par litre, tandis que, pour les bières naturelles, ces sulfates varient de 4 à 20 centigrammes environ pour le même volume.

» Certaines eaux renferment des proportions notables de sulfate de chaux, celles des puits de Paris par exemple. Il faut avoir bien soin de ne pas les employer dans les brasseries. Si une eau renfermait une forte proportion de bicarbonate de chaux, on pourrait employer avec succès le procédé de M. Dumas, qui consiste à verser de l'eau de chaux dans l'eau à purifier, l'acide carbonique en excès est absorbé, et il y a précipitation abondante du sel calcaire; une eau renfermant 1 gramme de bicarbonate

de chaux par litre n'en contiendra plus, après cette opération, que 1 à 2 décigrammes. Ce procédé bien simple, comme on le voit, est employé en Angleterre pour certaines eaux calcaires servant à l'alimentation des villes. »

M. Artus, inspecteur de la Société de la Vieille-Montagne, présente, au nom de cette Société, des échantillons de peinture au silicate de postase et au blanc de zinc sur zinc métallique.

Cette peinture, imitant la pierre, résiste à l'air, au soleil et à l'eau. Elle donne au zinc un aspect monumental; elle en rend les toitures moins propres à s'échauffer sous l'influence des rayons solaires. Elle s'applique avec le même succès au plâtre, au ciment, à la brique.

La Société a repris l'emploi du silicate de potasse, associé au blanc de zinc, pour rendre incombustibles le bois, la toile, le papier, etc.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Petité, dans une Lettre adressée de Chambéry, près Langres (Haute-Marne), à M. le Président de l'Académie, donne quelques détails sur les succès qu'il dit avoir obtenus dans le *traitement de la variole*, d'un remède dont il fait connaître la composition dans une feuille imprimée. Suivant l'auteur, ce remède serait aussi préservatif, et pourrait dispenser de recourir à la vaccination.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 septembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie nouvelle du mouvement d'un corps libre; par M. F. Folie. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Théorie du mouvement d'un corps solide; par M. F. Folie : 2e partie, *mouvement d'un corps libre dans la suite du temps;* 3e partie, *mouvement d'un corps gêné*. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Note sur quelques théorèmes généraux de géométrie supérieure; par M. F. FOLIE. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Note sur l'extension des théorèmes de Pascal et de Brianchon aux courbes planes et aux surfaces du troisième ordre ou de la troisième classe; par M. F. FOLIE. Sans lieu ni date; in-8°.

(Ces quatre opuscules, présentés par M. Chasles, sont extraits, les trois premiers des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, et le quatrième des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége.*)

Sur quelques relations différentielles que l'on peut résoudre par des formules dégagées de tout signe d'intégration, et sur quelques invariants d'une espèce particulière; par M. E. COMBESCURE. Montpellier, sans date; br. in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*)

The quarterly... *Journal trimestriel de la Société géologique :* t. XXVI, 3e partie; t. XXVII, 3e partie. Londres, 1870; 2 vol. in-8°.

Journal... *Journal de la Société de Chimie,* t. IX, mai, juin, juillet 1871. Londres, 1871; 3 nos in-8°.

Choleræ Pathologia et therapia; auctore JOANNE ZYCKI. Vilnæ, 1871; br. in-8°. (3 exemplaires.)

ERRATA.

(Séance du 11 septembre 1871.)

Page 648, ligne 21, *au lieu de* malgré, *lisez* en raison de.

Page 651, ligne 19, *au lieu de* ce disque, *lisez* celui-ci.

Page 707, ligne 23, *au lieu de* 12220 mètres, lisez 12092 mètres.

Page 709, ligne 4, *au lieu de* 3500 mètres, lisez 2500 mètres.

» ligne 7, *au lieu de* 3000 mètres, *lisez* 2000 mètres.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 OCTOBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Réponse à un passage de la Note de M.* Bertrand *insérée dans le* Compte rendu *de la dernière séance; par* **M. Chasles.**

« Je prie l'Académie, à mon grand regret, de me permettre de revenir sur la question de la variation. Je me flattais que la discussion était terminée, car une seule phrase se rapportait, dans ma Communication, à la dissertation à laquelle je devais répondre, et j'étais loin de prévoir que cette phrase pourrait donner lieu à une méprise, qui, je l'espère, va paraître évidente.

» Au sujet du lecteur fictif d'Aboul-Wefâ, qui, partageant mon opinion, veut calculer la position de la Lune à un jour donné, M. Bertrand dit :

« M. Chasles lui prescrit de procéder de la manière suivante : Déterminer les positions de la Lune en suivant les indications de Ptolémée, et corriger le lieu obtenu à l'aide de *la variation telle que nous la connaissons aujourd'hui.*

» J'avais supposé qu'il procédât un peu différemment, et qu'au lieu de *la variation telle que nous la connaissons,* il introduisît l'*inégalité, prétendue identique, telle qu'Aboul-Wefâ a décrit.*

» Si la substitution de l'une des opérations à l'autre constitue une énormité, elles ne sont donc pas identiques !

» C'était là tout mon argument. »

» Or, je n'ai pas dit un seul mot de la substitution d'une opération à une autre, ainsi que paraît le supposer notre confrère, et je n'ai nullement infirmé la manière dont il s'est exprimé, mais bien l'idée qu'il m'a attribuée de vouloir employer la variation, c'est-à-dire l'écart entre le calcul complet de Ptolémée et l'observation, à faire tourner l'axe de l'épicycle. J'ai dit, au contraire, qu'Aboul-Wefâ adjoignait cet écart lui-même, qui constituait sa troisième inégalité, au résultat de Ptolémée.

» Et quant au lecteur, mon interprète, j'ai entendu qu'il devait introduire la troisième inégalité prise dans le sens *que je donne au texte d'Aboul-Wefâ*, et non dans le sens que je combats.

» Il y a donc eu méprise dans l'interprétation de mes paroles.

» Notre honorable président me permet de rappeler que lui-même a fait remarquer, sur une observation de M. Bertrand, que mon système, déjà exprimé dans ma Communication du 12 mai 1862, était bien d'ajouter la variation, c'est-à-dire l'inégalité décrite par Aboul-Wefâ comme je l'ai entendue, au calcul complet de Ptolémée.

» J'avais toujours pensé que la troisième inégalité d'Aboul-Wefâ n'était point la rectification de la prosneuse, comme le disaient les adversaires de M. Sédillot. Une simple raison me paraissait suffire pour le démontrer : c'est que, dans les deux observations d'Hipparque dont s'est servi Ptolémée, la Lune se trouvant dans les octants, à 315°32′ et 45°15′ du Soleil, les deux rectifications de la prosneuse étaient de 46 et 86 minutes, tandis que l'inégalité d'Aboul-Wefâ ne s'élevait qu'à 45 miuntes au maximum. Cette preuve était suffisante.

» Mais, de plus, j'ai reconnu qu'un passage du texte même sur lequel on dissertait prouvait invinciblement qu'en effet la troisième inégalité s'ajoutait non-seulement aux deux premières inégalités admises par Aboul-Wefâ, mais à autre chose encore. Cette phrase si importante, je la reproduis ici, bien qu'elle ait été le sujet principal de ma Communication de 1862 et, en partie, de ma Communication dernière. La voici donc :

« Le fait de ceci est que nous avons observé la Lune dans de tels moments, avec les instruments *que nous avons mentionnés ci-dessus;* et lorsque nous l'avons trouvée en réalité (par son lieu vrai) dans un des degrés du cercle du zodiaque, nous avons, *par un calcul rectifié*, en tenant compte des deux inégalités précédentes, obtenu sa place plus avancée ou moins avancée d'environ un demi et un quart de degré. »

» Je signale de nouveau ce passage, dont l'importance ne peut être douteuse, et sur lequel il est indispensable de s'expliquer, quel que soit le système que l'on adopte.

» Cela admis, la suite du texte d'Aboul-Wefâ s'entend naturellement. Il explique cette troisième inégalité, qui s'ajoute *aux deux premières rectifiées par la prosneuse,* et complète le système : ce qui est la démonstration de cette rectification même, et conséquemment de la construction par laquelle elle se fait, c'est-à-dire de la manière dont se détermine la position du point autour duquel il faut faire tourner le diamètre de l'épicycle. Ce qui avait été dit dans le sixième Discours, contenant l'exposé complet de la théorie lunaire, est ce qu'il s'agissait ici de démontrer. Après cette démonstration, Aboul-Wefâ rappelle, dans une phrase finale, en quoi consiste ce déplacement du point autour duquel on fait tourner le diamètre de l'épicycle; il dit :

« En considérant ce que nous venons de dire, et faisant sortir ce point par les voies *que nous avons mentionnées à leurs places,* nous avons trouvé la distance au centre du monde, du côté du périgée de l'excentrique (faisant partie) de la ligne qui passe par les centres, égale à la distance du centre du cercle du zodiaque au centre de l'excentrique. »

» Ces mots, *que nous avons mentionnés à leurs places,* prouvent bien que ce n'est point ici pour la première fois qu'Aboul-Wefâ parle de ce point de déviation du diamètre de l'épicycle, et que ce n'est qu'un rappel de la chose dont il vient de donner la démonstration promise dans la première partie de son ouvrage (le sixième Discours).

» Cette explication, j'ose l'espérer, paraîtra lever les difficultés que le texte d'Aboul-Wefâ avait paru présenter, et, surtout, ce texte ne sera plus regardé comme une reproduction inintelligente, et défigurée même d'une manière barbare, du texte de Ptolémée.

» J'ai dit ailleurs (1) que la marche suivie par Aboul-Wefâ, dans son *Traité d'astronomie,* différait de celle de Ptolémée et présentait une hardiesse et un cachet d'originalité qui ne se trouvaient point dans les autres ouvrages arabes, et avaient pu contribuer à sa grande renommée. J'ajouterai que le caractère même de sa troisième inégalité, indépendamment de son importance comme complément théorique, offrait encore une certaine hardiesse; car les inégalités de la Lune, comme celles des planètes, ne dépendaient que de l'anomalie moyenne de l'astre, c'est-à-dire de son mouvement sur l'épicycle, tandis que, au contraire, l'anomalie d'Aboul-

(1) *Lettres à M. Sédillot,* p. 12.

Wefâ ne dépend nullement du mouvement périodique, mais seulement du mouvement synodique de la Lune, c'est-à-dire de sa position par rapport au Soleil. Voilà comment Aboul-Wefâ s'écartait du culte des traditions si puissant alors.

» M. Delambre dit que « malheureusement les ouvrages des Arabes » n'ont pas été assez répandus (1). »

» L'importance qui s'attache à l'ouvrage d'Aboul-Wefâ en est une preuve, et justifie cette réflexion. Mais, du reste, les autres ouvrages que M. Sédillot nous a fait connaître, se rapportant aux diverses parties des mathémathiques, géométrie, algèbre, astronomie, comme ceux aussi du regretté M. Wœpcke, prouvent combien M. Delambre avait raison.

» Aussi je me permettrai de dire ici qu'il est à regretter que nous manquions d'un enseignement destiné à la partie historique des Mathématiques grecques et arabes, et indoues même, quand il existe des chaires multiples dans d'autres directions de l'étude des temps anciens. Cet enseignement serait d'autant plus utile, que la suppression, au Bureau des Longitudes, de la seule place qui fût au moins un encouragement pour les jeunes savants à réunir ces deux genres de savoir, les mathématiques et les langues orientales, que cette suppression, dis-je, a été une chose très-regrettable et préjudiciable, dans cet ordre d'études, à la puissance intellectuelle future de notre pays (2). »

GÉODÉSIE. — *Nouvelle détermination de la* vraie *figure de la Terre ou de la surface de niveau, n'exigeant pas l'emploi des nivellements proprement dits; par* **M. Yvon Villarceau** (3).

« Dans une Communication sur les attractions locales, que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, le 28 décembre 1868, j'ai établi la distinction entre les deux espèces de nivellements *géodésique* et *géométrique*, et fait voir que leur simple comparaison suffit pour déterminer la figure de la surface de niveau, lorsqu'on applique au nivellement géodésique une correction qu'on avait négligée jusqu'alors et qui repose sur le second théorème conçernant les attractions locales.

---

(1) *Lettre à M. Sédillot*, p. 166.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1110; 1868.

(3) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

» Après avoir exposé cette solution, j'ajoutais, dans une Note que je demande à l'Académie la permission de reproduire ici :

» On peut concevoir une autre solution du problème : bornons-nous à en indiquer le principe. Les différences $(L' - L)$, $(\mathcal{L}' - \mathcal{L})$ ou $(Z' - Z)$ (*) étant censées connues en chaque point du sphéroïde de comparaison, la direction de la verticale *vraie* en chacun de ces points se trouvera déterminée. On aura donc une suite de normales à une même surface de niveau, normales dont la position dans l'espace sera complétement fixée : alors le problème consiste à mener, par un point donné, une surface qui soit perpendiculaire à ces normales. Ce problème de géométrie a été l'objet des recherches de notre savant confrère, M. Bertrand, qui a fait connaître une équation de condition entre les données de la question. Cette équation doit offrir un moyen de contrôler l'exactitude des observations; car la surface de niveau n'est point une surface prise au hasard, mais une des réalités que nous offre la nature (**) : on peut donc s'attendre qu'elle sera vérifiée, aux erreurs près des observations.

» Aujourd'hui, je me propose de développer cette autre solution. Je n'aborderai pas la question générale que notre confrère M. Bertrand a traitée; je me bornerai au cas particulier à la géodésie : or la solution se trouvera considérablement simplifiée par la substitution des coordonnées sphériques aux coordonnées rectangulaires; ainsi, l'objet spécial du calcul sera l'expression de la distance Δ qui sépare la surface de niveau et celle d'un sphéroïde de révolution prise pour surface de comparaison, normalement à la première, en fonction de la latitude et de la longitude géodésiques L et $\mathcal{L}$. Nous aurons à exprimer la différentielle totale de Δ, à laquelle nous donnerons la forme

$$\frac{d\Delta}{k} = F(L, \mathcal{L})\, dL + f(L, \mathcal{L})\, d\mathcal{L}, \tag{1}$$

k étant une constante, et F, f désignant les caractéristiques de fonction.

» Les fonctions F et f ne sont pas susceptibles d'expressions analytiques définies ; elles dépendent des différences entre les latitudes, longitudes ou azimuts astronomiques et géodésiques, et s'annulent avec ces différences. On peut seulement, à l'aide des observations, les représenter par des séries trigonométriques, les unes simples, les autres doubles; mais il résulte de la théorie des équations différentielles totales, que les coefficients

(*) Différences entre les résultats astronomiques et géodésiques, et relatifs aux latitudes, longitudes ou azimuts.

(**) Pour être plus correct, j'aurais dû dire : « car le système de normales à la surface de niveau n'est pas un système pris au hasard, mais, etc. ».

de ces séries doivent avoir entre eux des relations qui satisfassent à l'équation de condition

$$(2)\qquad \frac{d\mathrm{F}(\mathrm{L}, \mathfrak{L})}{d\mathfrak{L}} = \frac{df(\mathrm{L}, \mathfrak{L})}{d\mathrm{L}}:$$

autrement $d\Delta$ ne serait pas la différentielle exacte d'une fonction Δ.

» Cette équation de condition entre les données équivaut nécessairement à celle qu'a trouvée M. Bertrand.

» Ayant satisfait à cette équation, nous obtiendrons pour intégrale

$$(3)\qquad \frac{1}{k}\Delta = \int f(\mathrm{L}, \mathfrak{L})d\mathfrak{L} + \int\left[\mathrm{F}(\mathrm{L}, \mathfrak{L}) - \int \frac{df}{d\mathrm{L}}d\mathfrak{L}\right]d\mathrm{L},$$

ou

$$(3)'\qquad \frac{1}{k}\Delta = \int \mathrm{F}(\mathrm{L}, \mathfrak{L})d\mathrm{L} + \int\left[f(\mathrm{L}, \mathfrak{L}) - \int \frac{d\mathrm{F}}{d\mathfrak{L}}d\mathrm{L}\right]d\mathfrak{L}.$$

» Les applications de cette formule à la détermination de la *vraie* figure de la Terre résulteront de la considération des coefficients des développements des fonctions F et f.

» *Analyse.* — Nous prendrons, pour origine de coordonnées rectangulaires, le centre de gravité de la Terre; les axes des x et y seront situés dans le plan de l'équateur, et l'axe des z coïncidera avec l'axe de rotation, son côté positif étant dans l'hémisphère où les latitudes sont positives.

» Soient :

x, y, z les coordonnées des points de la surface de l'ellipsoïde de révolution qui sert de surface de comparaison; a et c les demi-axes équatorial et polaire;

x', y', z' les coordonnées de la surface de niveau en un point M'; N' la direction de la normale en ce point;

Δ la distance du point M' au point M, où la normale N' rencontre la surface de l'ellipsoïde;

» En convenant de prendre Δ positif, lorsque le point M' est extérieur à l'ellipsoïde, on aura

$$(4)\qquad \frac{x'-x}{\cos(\mathrm{N}', x)} = \frac{y'-y}{\cos(\mathrm{N}', y)} = \frac{z'-z}{\cos(\mathrm{N}', z)} = \Delta;$$

d'où

$$\Delta^2 = (x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2;$$

puis

$$\Delta\, d\Delta = (x'-x)(dx'-dx) + (y'-y)(dy'-dy) + (z'-z)(dz'-dz),$$

ou, en vertu de (4),

$$d\Delta = \cos(N', x)(dx' - dx) + \cos(N', y)(dy' - dy) + \cos(N', z)(dz' - dz).$$

Or, ds' désignant un élément linéaire pris sur la surface de niveau, on a

$$\cos(N', x)\,dx' + \cos(N', y)\,dy' + \cos(N', z)\,dz' = \cos(N', ds')\,ds',$$

quantité nulle, puisque N' et ds' sont perpendiculaires : la valeur de $d\Delta$ se réduit ainsi à

$$d\Delta = -\cos(N', x)\,dx - \cos(N', y)\,dy - \cos(N', z)\,dz.$$

» D'autre part, la direction de la normale N' n'étant autre que celle de la verticale vraie, si l'on désigne par L' la latitude astronomique en M', et $\mathfrak{L}'$ la longitude astronomique comptée du méridien qui passe par l'axe des x et dans le sens de x vers y, on a

$$\cos(N', x) = \cos L' \cos \mathfrak{L}', \quad \cos(N', y) = \cos L' \sin \mathfrak{L}', \quad \cos(N', z) = \sin L';$$

il s'en suit

(5) $$d\Delta = -\cos L' \cos \mathfrak{L}'\,dx - \cos L' \sin \mathfrak{L}'\,dy - \sin L'\,dz.$$

» Passons actuellement aux expressions des coordonnées x, y, z en fonction des latitudes et longitudes géodésiques L et $\mathfrak{L}$. Soit

$$\varphi(x, y, z) = 0$$

l'équation d'une surface quelconque; on a, entre les cosinus des angles que la normale N au point (x, y, z) fait avec les trois axes, et les dérivées partielles de φ, les relations

$$\frac{\cos(N, x)}{\frac{d\varphi}{dx}} = \frac{\cos(N, y)}{\frac{d\varphi}{dy}} = \frac{\cos(N, z)}{\frac{d\varphi}{dz}} = \frac{1}{2}V,$$

où $\frac{1}{2}V$ désigne la valeur commune de ces rapports. De là on déduit

$$\frac{1}{4}V^2 = \frac{1}{\frac{d\varphi^2}{dx^2} + \frac{d\varphi^2}{dy^2} + \frac{d\varphi^2}{dz^2}}$$

et

(6) $$\cos(N, x) = \frac{1}{2}V\frac{d\varphi}{dx}, \quad \cos(N, y) = \frac{1}{2}V\frac{d\varphi}{dy}, \quad \cos(N, z) = \frac{1}{2}V\frac{d\varphi}{dz}.$$

» Dans le cas de l'ellipsoïde de révolution, on a

$$(7) \qquad \varphi = \frac{x^2+y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} - 1 = 0,$$

$$(8) \qquad \frac{d\varphi}{dx} = 2\frac{x}{a^2}, \quad \frac{d\varphi}{dy} = 2\frac{y}{a^2}, \quad \frac{d\varphi}{dz} = 2\frac{z}{c^2};$$

il s'ensuit

$$(9) \qquad V^2 = \frac{1}{\frac{x^2+y^2}{a^4} + \frac{z^2}{c^4}}.$$

Mais nos cosinus ont, en fonction de L et $\mathfrak{L}$, les valeurs suivantes :

$$\cos(N, x) = \cos L \cos \mathfrak{L}, \quad \cos(N, y) = \cos L \sin \mathfrak{L}, \quad \cos(N, z) = \sin L;$$

on a donc, en vertu de (6) et (8),

$$(10) \qquad V\frac{x}{a^2} = \cos L \cos \mathfrak{L}, \quad V\frac{y}{a^2} = \cos L \sin \mathfrak{L}, \quad V\frac{z}{c^2} = \sin L,$$

expressions où V doit être pris avec le signe +, afin que x, y et z aient respectivement les signes de $\cos\mathfrak{L}$, $\sin\mathfrak{L}$ et $\sin L$, comme il convient.

» Des deux premières relations (10), on tire

$$(11) \qquad V\sqrt{\frac{x^2+y^2}{a^4}} = \cos L;$$

d'un autre côté, l'expression (7) permet de poser

$$(12) \qquad \sqrt{\frac{x^2+y^2}{a^2}} = \cos\lambda, \quad \frac{z}{c} = \sin\lambda,$$

λ étant une auxiliaire que l'on nomme *latitude réduite*. Au moyen de cette quantité, l'expression (11) et la troisième (10) donnent

$$(13) \qquad V\cos\lambda = a\cos L, \quad V\sin\lambda = c\sin L;$$

d'où l'on tire

$$(14) \qquad \operatorname{tang}\lambda = \frac{c}{a}\operatorname{tang} L,$$

sous la condition que V soit > 0, puis

$$(15) \qquad V = a\frac{\cos L}{\cos\lambda} = c\frac{\sin L}{\sin\lambda}.$$

L'expression (14) justifie la dénomination de *latitude réduite*.

» Éliminant V entre ces dernières équations et les relations (13), on obtient finalement les expressions

$$(16)\qquad x = a\cos\lambda\cos\mathfrak{L},\quad y = a\cos\lambda\sin\mathfrak{L},\quad z = c\sin\lambda.$$

» Différentiant ces expressions, il vient

$$\begin{aligned} dx &= -a\sin\lambda\cos\mathfrak{L}\,d\lambda - a\cos\lambda\sin\mathfrak{L}\,d\mathfrak{L},\\ dy &= -a\sin\lambda\sin\mathfrak{L}\,d\lambda + a\cos\lambda\cos\mathfrak{L}\,d\mathfrak{L},\\ dz &= +c\cos\lambda\,d\lambda. \end{aligned}$$

» Pour rétablir $d\mathrm{L}$ à la place de $d\lambda$, nous aurons, en différentiant (14), et, ayant égard aux relations (13) ou (15),

$$d\lambda = \frac{ac}{\mathrm{V}^2}\,d\mathrm{L};$$

d'où, en vertu des mêmes relations,

$$a\sin\lambda\,d\lambda = \frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\sin\mathrm{L}\,d\mathrm{L},\quad c\cos\lambda\,d\lambda = \frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\cos\mathrm{L}\,d\mathrm{L}.$$

» Au moyen de ces valeurs, il vient

$$(17)\qquad \left\{\begin{aligned} dx &= -\frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\sin\mathrm{L}\cos\mathfrak{L}\,d\mathrm{L} - a\cos\lambda\sin\mathfrak{L}\,d\mathfrak{L},\\ dy &= -\frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\sin\mathrm{L}\sin\mathfrak{L}\,d\mathrm{L} + a\cos\lambda\cos\mathfrak{L}\,d\mathfrak{L},\\ dz &= +\frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\cos\mathrm{L}\,d\mathrm{L}. \end{aligned}\right.$$

» Transportons ces quantités dans l'équation (5), nous aurons d'abord

$$d\Delta = -\frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\left[\sin\mathrm{L}'\cos\mathrm{L} - \sin\mathrm{L}\cos\mathrm{L}'\cos(\mathfrak{L}'-\mathfrak{L})\right]d\mathrm{L} - a\cos\lambda\cos\mathrm{L}'\sin(\mathfrak{L}'-\mathfrak{L})\,d\mathfrak{L},$$

puis

$$(18)\qquad \left\{\begin{aligned} d\Delta = &-\frac{a^2c^2}{\mathrm{V}^3}\left[\sin(\mathrm{L}'-\mathrm{L}) + 2\sin\mathrm{L}\cos\mathrm{L}'\sin^2\tfrac{1}{2}(\mathfrak{L}'-\mathfrak{L})\right]d\mathrm{L}\\ &- a\cos\lambda\cos\mathrm{L}'\sin(\mathfrak{L}'-\mathfrak{L})\,d\mathfrak{L}. \end{aligned}\right.$$

» Cette équation est rigoureuse; mais on peut la simplifier, tout en lui conservant une exactitude plus que suffisante. En effet, les différences $\mathrm{L}'-\mathrm{L}$ et $\mathfrak{L}'-\mathfrak{L}$ sont généralement égales à un petit nombre de secondes, et, dans les cas les plus extrêmes, elles ne paraissent guère dépasser une

ou deux minutes d'arc : cela permet d'en négliger les carrés et les puissances supérieures. Afin de pouvoir conserver les différences $L' - L$ et $\mathcal{L}' - \mathcal{L}$ exprimées en secondes d'arc, nous mettrons, à la place de leurs sinus, leurs produits par sin 1″. Posons, en conséquence,

$$(19) \quad k = -a \sin 1'', \quad F(L, \mathcal{L}) = \frac{ac^2}{V^3}(L' - L), \quad f(L, \mathcal{L}) = \cos\lambda \cos L'(\mathcal{L}' - \mathcal{L}),$$

l'expression (18) deviendra

$$(20) \qquad \frac{d\Delta}{k} = F(L, \mathcal{L})\, dL + f(L, \mathcal{L})\, d\mathcal{L}$$

et coïncidera avec l'expression (1) qu'il s'agissait de former.

» On remarquera qu'à cause du faible aplatissement du sphéroïde, L et λ différeront peu, et le facteur $\frac{ac^2}{V^3}$ sera peu différent de l'unité : il s'ensuit que la fonction $F(L, \mathcal{L})$ sera sensiblement égale à $L' - L$. Quant à la fonction $f(L, \mathcal{L})$, on voit qu'étant divisée par $\cos\lambda$, elle représentera la différence de longitude $(\mathcal{L}' - \mathcal{L})$ réduite en arc de grand cercle. On devra avoir égard à cette circonstance dans le calcul du développement de la fonction $f(L, \mathcal{L})$.

» De ces remarques, il résulte que l'équation de condition (2) revient sensiblement à

$$(20\ bis) \qquad \frac{d(L' - L)}{d\mathcal{L}} = \cos^2 L \frac{d(\mathcal{L}' - \mathcal{L})}{dL};$$

ce qui suffit pour en exprimer la signification géométrique : nous effectuerons bientôt le développement exact de l'équation (2).

» Il a été dit plus haut que les fonctions F et f ne sont pas susceptibles d'expressions analytiques définies; mais on peut en exprimer les valeurs numériques au moyen de séries trigonométriques. Quand il s'agit d'une fonction d'une seule variable indépendante, on fait usage de séries de termes procédant suivant les sinus et cosinus des multiples entiers de la variable, et les coefficients de ces termes sont constants. Or il est visible qu'on parviendra à représenter une fonction de deux variables si l'on remplace les coefficients de la série propre à représenter la fonction d'une seule variable par autant de séries toutes pareilles, mais procédant suivant les sinus et cosinus des multiples de l'autre variable. La série qui en résultera comprendra donc tous les termes qu'on pourra former avec un sinus ou cosinus de multiple de l'une des variables, multipliant un sinus ou cosinus de multiple de l'autre variable.

» Ceci posé, si l'on sépare, pour plus de clarté, les termes correspondant aux multiples nuls de l'une ou l'autre variable, la forme générale de la fonction F sera

$$(21)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{F}(\mathrm{L}, \mathcal{L}) = \mathrm{C}_0 &+ \Sigma \mathrm{C}_i \cos i\mathrm{L} + \Sigma \mathrm{E}_i \sin i\mathrm{L} + \Sigma \mathrm{G}_{i'} \cos i'\mathcal{L} + \Sigma \mathrm{K}_{i'} \sin i'\mathcal{L} \\ &+ \Sigma\Sigma(\ \mathrm{M}_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L} + \mathrm{N}_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L} \\ &\qquad + \mathrm{P}_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} + \mathrm{Q}_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L}); \end{aligned}\right.$$

i et i' désignent des entiers positifs, différents de zéro et s'étendant de 1 à l'infini. La fonction f se développe de la même manière : seulement nous écrirons, pour plus de commodité, les termes compris sous la parenthèse dans l'ordre inverse : nous aurons de la sorte

$$(22)\quad \left\{\begin{aligned} f(\mathrm{L}, \mathcal{L}) = c_0 &+ \Sigma c_i \cos i\mathrm{L} + \Sigma e_i \sin i\mathrm{L} + \Sigma g_{i'} \cos i'\mathcal{L} + \Sigma k_{i'} \sin i'\mathcal{L} \\ &+ \Sigma\Sigma(\ m_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} + n_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} \\ &\qquad + p_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L} + q_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L}). \end{aligned}\right.$$

» Différentiant ces expressions, la première par rapport à $\mathcal{L}$, la seconde par rapport à L, il viendra

$$\begin{aligned} \frac{d\mathrm{F}(\mathrm{L}, \mathcal{L})}{d\mathcal{L}} &= -\Sigma i' \mathrm{G}_{i'} \sin i'\mathcal{L} + \Sigma i' \mathrm{K}_{i'} \cos i'\mathcal{L} \\ &\quad + \Sigma\Sigma(-i'\mathrm{M}_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} - i'\mathrm{N}_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} \\ &\qquad + i'\mathrm{P}_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L} + i'\mathrm{Q}_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L}), \\ \frac{df(\mathrm{L}, \mathcal{L})}{d\mathrm{L}} &= -\Sigma i c_i \sin i\mathrm{L} + \Sigma i e_i \cos i\mathrm{L} \\ &\quad + \Sigma\Sigma(\ i m_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} - i n_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \sin i'\mathcal{L} \\ &\qquad + i p_{i,i'} \cos i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L} - i q_{i,i'} \sin i\mathrm{L} \cos i'\mathcal{L}). \end{aligned}$$

» Ces deux dérivées devant être égales quels que soient L et $\mathcal{L}$, suivant l'équation de condition (2), les coefficients des séries F et f devront satisfaire aux relations

$$(23)\quad \left\{\begin{array}{llll} \mathrm{G}_{i'} = 0, & \mathrm{K}_{i'} = 0, & c_i = 0, & e_i = 0; \\ i m_{i,i'} = -i'\mathrm{M}_{i,i'}, & i n_{i,i'} = +i'\mathrm{N}_{i,i'}, & i p_{i,i'} = +i'\mathrm{P}_{i,i'}, & i q_{i,i'} = -i'\mathrm{Q}_{i,i'}. \end{array}\right.$$

» On pourrait évidemment déterminer les coefficients qui correspondent à chacune des séries (21) et (22), en employant un nombre suffisant de valeurs numériques des fonctions F et f, puis constater ensuite si les valeurs obtenues satisfont aux conditions (23). Or on trouverait généralement de légères discordances, à cause des erreurs qui affectent inévitablement les fonctions F et f. Il est vrai que cette manière d'opérer offrirait le moyen de

contrôler les données du problème; mais les discordances subsistantes seraient un objet d'embarras, que l'on évitera en assujettissant d'abord les coefficients à satisfaire aux conditions (23) et déterminant ensuite l'ensemble des coefficients, au moyen des équations en F et f réunies : la résosolution achevée, les erreurs résiduelles des équations montreront, par leur degré de petitesse, l'accord que présentent les données, et offriront un moyen de contrôle équivalent au précédent.

» C'est ici le lieu de faire remarquer que les fonctions f doivent, avant d'être employées à la résolution des équations, être divisées membre à membre par la valeur de $\cos\lambda$ correspondante à chacune d'elles; autrement, ces équations, à égal degré de précision des données, n'auraient pas des poids égaux entre eux ni aux poids des équations en F. Les parties connues des équations en f seront ainsi réduites à $\cos L'(\mathcal{L}' - \mathcal{L})$.

» Nous assujettirons donc immédiatement les valeurs de F et f aux conditions (23); ce qui donnera

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} F(L, \mathcal{L}) = C_0 &+ \Sigma C_i \cos iL + \Sigma E_i \sin iL \\ &+ \Sigma\Sigma(\ M_{i,i'} \cos iL \cos i'\mathcal{L} + N_{i,i'} \sin iL \cos i'\mathcal{L} \\ &\qquad + P_{i,i'} \cos iL \sin i'\mathcal{L} + Q_{i,i'} \sin iL \sin i'\mathcal{L}), \end{aligned}\right.$$

$$(25)\quad \left\{\begin{aligned} f(L, \mathcal{L}) = c_0 &+ \Sigma g_{i'} \cos i'\mathcal{L} + \Sigma k_{i'} \sin i'\mathcal{L} \\ &+ \Sigma\Sigma\Big(- M_{i,i'} \frac{i'}{i} \sin iL \sin i'\mathcal{L} + N_{i,i'} \frac{i'}{i} \cos iL \sin i'\mathcal{L} \\ &\qquad + P_{i,i'} \frac{i'}{i} \sin iL \cos i'\mathcal{L} - Q_{i,i'} \frac{i'}{i} \cos iL \cos i'\mathcal{L}\Big). \end{aligned}\right.$$

» Actuellement, nous pouvons procéder à l'intégration de $d\Delta$. Appliquons la formule (3) : nous aurons d'abord

$$\begin{aligned} \frac{df}{dL} = \Sigma\Sigma(&- i' M_{i,i'} \cos iL \sin i'\mathcal{L} - i' N_{i,i'} \sin iL \sin i'\mathcal{L} \\ &+ i' P_{i,i'} \cos iL \cos i'\mathcal{L} + i' Q_{i,i'} \sin iL \cos i'\mathcal{L}), \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} \int \frac{df}{dL} d\mathcal{L} = \Sigma\Sigma(&\ M_{i,i'} \cos iL \cos i'\mathcal{L} + N_{i,i'} \sin iL \cos i'\mathcal{L} \\ &+ P_{i,i'} \cos iL \sin i'\mathcal{L} + Q_{i,i'} \sin iL \sin i'\mathcal{L}), \end{aligned}$$

puis

$$F(L, \mathcal{L}) - \int \frac{df}{dL} dL = C_0 + \Sigma C_i \cos iL + \Sigma E_i \sin iL,$$

quantité indépendante de $\mathcal{L}$, comme cela doit être.

» Effectuant les deux intégrations restantes, il vient finalement, d'après la formule (3),

$$
(26)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{1}{k}(\Delta-\Delta_0) &= c_0\mathcal{L} + \Sigma\frac{g_{i'}}{i'}\sin i'\mathcal{L} - \frac{k_{i'}}{i'}\cos i'\mathcal{L}\\
&\quad + \Sigma\Sigma\Big(\frac{M_{i,i'}}{i}\sin i\mathrm{L}\cos i'\mathcal{L} - \frac{N_{i,i'}}{i}\cos i\mathrm{L}\cos i'\mathcal{L}\\
&\qquad + \frac{P_{i,i'}}{i}\sin i\mathrm{L}\sin i'\mathcal{L} - \frac{Q_{i,i'}}{i}\cos i\mathrm{L}\sin i'\mathcal{L}\Big)\\
&\quad + C_0 \mathrm{L} + \Sigma\frac{C_i}{i}\sin i\mathrm{L} - \Sigma\frac{E_i}{i}\cos i\mathrm{L},
\end{aligned}\right.
$$

expression dans laquelle $\mathcal{L}$ et L en dehors des signes sin et cos doivent être exprimés en nombres abstraits.

» $\frac{\Delta_0}{k}$ est la constante de l'intégration, que l'on obtiendra en fixant une condition telle que serait celle du minimum de la somme $\Sigma\Delta^2$ (1).

» Nous rappellerons que, d'après notre premier théorème sur les attractions locales, les longitudes peuvent être généralement remplacées par les azimuts. Or, suivant ce théorème, on a, quelles que soient ces attractions,

$$Z' - Z + \sin L'(\mathcal{L}' - \mathcal{L}) = 0,$$

en désignant par Z' et Z les azimuts astronomique et géodésique. On effectuera la substitution dont il s'agit, en posant (19)

$$f(\mathrm{L}, \mathcal{L}) = -\frac{\cos\lambda}{\operatorname{tang} L'}(Z' - Z).$$

» On observera seulement que cette fonction sera mal déterminée dans les régions équatoriales; c'est qu'en effet, à l'équateur, l'influence des attractions locales sur les azimuts étant nulle, le rapport $\frac{Z'-Z}{\operatorname{tang} L'}$ y devient indéterminé.

» Au reste, l'emploi des azimuts, dans le problème actuel, ne paraît pas offrir autant de garanties de précision que celui des longitudes, attendu que les erreurs des azimuts géodésiques doivent croître plus rapidement, avec la longueur des lignes géodésiques, que celles des longitudes.

» La formule (26) contient les termes $c_0\mathcal{L}$ et C_0 L, dont la présence peut surprendre tout d'abord; il est cependant facile de s'expliquer leur

---

(1) L'ordonnée Δ est identique avec la différence $h - h'$ que nous avons considérée dans notre Communication du 28 décembre 1868.

existence : si, par exemple, les constantes linéaires des calculs géodésiques ne sont pas tout à fait exactes, les extrémités des lignes géodésiques détermineront des longitudes, latitudes et azimuts d'autant plus erronnés que ces lignes seront plus étendues; en un mot, les coordonnées et azimuts géodésiques seront affectés d'erreurs systématiques, ou croissantes avec L et $\mathcal{L}$. Si donc le calcul des coefficients des fonctions F et f conduit à des valeurs de c_0 et C_0 qui ne soient pas négligeables, on aura la preuve que les constantes employées dans les calculs géodésiques doivent être corrigées.

» Rien n'empêche d'ailleurs de joindre aux fonctions F et f les termes destinés à corriger les coordonnées et azimuts géodésiques, relativement aux constantes qui ont servi de point de départ dans les calculs; de cette manière, on obtiendrait à la fois les dimensions de l'ellipsoïde de révolution qui satisfont le mieux à l'ensemble des observations, et les constantes propres à déterminer, au moyen de la formule (26), la vraie figure de la surface de niveau.

» Si, au lieu de vouloir déterminer la figure de la surface de niveau dans toute l'étendue que comprennent les réseaux géodésiques, on se propose de déterminer le profil de cette surface le long d'une ligne tracée arbitrairement sur la surface de comparaison, le problème sera bien facile à résoudre; en effet, soit

$$\psi(L, \mathcal{L}) = 0 \tag{29}$$

l'équation de la ligne donnée; on déduira de cette équation

$$\frac{d\psi}{dL}\,dL + \frac{d\psi}{d\mathcal{L}}\,d\mathcal{L} = 0,$$

relation qui servira à exprimer $d\mathcal{L}$ en fonction de dL, ou inversement. Si l'on pose

$$F_1(L) = \frac{ac^2}{V^3}(L' - L) - \frac{\dfrac{d\psi}{dL}}{\dfrac{d\psi}{d\mathcal{L}}}\cos\lambda\cos L'(\mathcal{L}' - \mathcal{L}), \tag{30}$$

ou

$$f_1(\mathcal{L}) = -\frac{\dfrac{d\psi}{d\mathcal{L}}}{\dfrac{d\psi}{dL}}\frac{ac^2}{V^3}(L' - L) + \cos\lambda\cos L'(\mathcal{L}' - \mathcal{L}), \tag{30'}$$

l'expression (20) prendra l'une des formes

$$\frac{d\Delta}{k} = F_1(L)\,dL \quad \text{ou} \quad \frac{d\Delta}{k} = f_1(\mathcal{L})\,d\mathcal{L}; \tag{31}$$

et les valeurs de F_1 et f_1 étant développées en séries trigonométriques simples, et procédant, la première suivant les multiples de L, la seconde suivant ceux de $\mathcal{L}$, on intégrera sans difficulté celle des équations précédentes qu'on aura choisie.

» Considérons en particulier le cas des méridiens et des parallèles.

» Dans le cas d'une ligne méridienne, on a, dans toute son étendue, $d\mathcal{L} = 0$, et si l'on pose

$$F_2(L) = \frac{ac^2}{V^3}(L' - L), \tag{32}$$

la formule (20) donne

$$\Delta = k\int F_2(L)\,dL. \tag{33}$$

» Dans celui d'un arc de parallèle, ou de $dL = 0$, on poserait

$$f_2(\mathcal{L}) = \mathcal{L}' - \mathcal{L}; \tag{34}$$

d'où

$$\Delta = k\cos\lambda\cos L'\int f_2(\mathcal{L})\,d\mathcal{L}, \tag{35}$$

en négligeant les minimes variations de $\cos L'$.

» *Modes d'application de la nouvelle méthode pour déterminer la* vraie *figure de la Terre et comparaison avec celle qui repose sur l'emploi des nivellements.* — La nouvelle méthode, n'exigeant pas d'autres opérations de nivellement que celles qui s'exécutent sur l'instrument astronomique dans les observations de latitude, de longitude ou azimut, est exempte des erreurs inhérentes aux nivellements géodésiques. On a vu, d'ailleurs, que ces nivellements exigent, pour être corrects, des observations de latitude et de longitude ou azimut en chaque station; en d'autres termes, que des observations astronomiques soient exécutées sur tous les points de station de la ligne géodésique; la nouvelle méthode n'exige pas l'exécution de ces travaux sur des points aussi rapprochés : le plus souvent, il suffirait d'un espacement d'un degré, tant en longitude qu'en latitude, entre les stations astronomiques. Enfin cette méthode présente un moyen très-précieux de vérifier l'exactitude des données empruntées aux observations.

» Les différences que nous venons de signaler entre les exigences des

deux méthodes semblent devoir établir une supériorité en faveur de la nouvelle. Examinons quels sont ses inconvénients. Le principal serait dans la longueur des calculs à effectuer pour la détermination des coefficients des doubles séries trigonométriques à l'aide desquelles sont représentées les différences des coordonnées ou azimuts, astronomiques et géodésiques. Assurément, ces calculs, étendus aux principaux points d'un réseau de triangles qui couvrirait l'Europe entière, par exemple, seraient fort longs; mais ils ne seraient pas plus impraticables que les calculs ayant pour objet la compensation des erreurs des angles des triangles.

» Admettons que l'on renonce à faire une application aussi étendue, au moyen d'un calcul d'ensemble; voici comment on procéderait pour éviter l'emploi des séries doubles sur une grande échelle. Sur le parallèle moyen de la région considérée, on fixerait un certain nombre de points satisfaisant à la double condition d'être aussi également espacés entre eux et aussi voisins d'une station astronomique que possible; par une interpolation étendue aux stations comprises dans un certain rayon autour de chaque point considéré, on calculerait les valeurs des différences entre les longitudes ou azimuts astronomiques et géodésiques, qui n'ont pas été observées en ce point. A cause du petit nombre de stations comprises dans un rayon peu étendu, cette interpolation, bien que nécessitant l'emploi de doubles séries trigonométriques, ne serait pas un obstacle; dans cette interpolation on aurait égard aux relations (23) entre les coefficients. Ce travail étant effectué pour chacun des points pris sur le parallèle, les résultats seraient représentés par des séries trigonométriques simples, et le calcul des altitudes des points de la surface de niveau se ferait sans la moindre difficulté. On aurait ainsi le profit de cette surface le long du parallèle considéré.

» Concevons que par chacun des points du parallèle on fasse passer un méridien. En empruntant au parallèle la cote d'altitude de départ, et, procédant à l'égard de ces méridiens comme il a été dit à l'égard du parallèle, on obtiendra pareillement le profil de la surface de niveau le long de chacun de ces méridiens.

» Il reste à vérifier l'exactitude des résultats obtenus. Les moyens de contrôle s'offrent d'eux-mêmes. Que l'on fasse passer des arcs de parallèles vers les limites nord et sud des méridiens, et que l'on emprunte au méridien moyen les cotes de départ, on déterminera deux nouveaux profils de parallèles; et les cotes d'altitude qu'on en déduira, pour leurs points d'intersection avec les divers méridiens seront comparés aux cotes des mêmes

points qui ont été fournies par les méridiens eux-mêmes. Il va sans dire qu'on n'obtiendra pas une concordance parfaite; mais si les différences sont assez faibles pour pouvoir être imputées aux erreurs admissibles des données de l'observation, on n'aura plus qu'à effectuer une compensation analogue à celle qu'il faut presque toujours faire dans les opérations de nivellement ou les triangulations les plus soignées.

» Il est encore un point par rapport auquel il convient de comparer les deux méthodes. Dans la première, on peut substituer les observations d'azimut à celles des longitudes, lorsque les chaînes de triangles ont été vérifiées dans leur ensemble; pourvu que, dans le voisinage de l'équateur, on évite les observations azimutales de signaux dont la direction s'écarte trop du méridien. La nouvelle méthode, au contraire, n'admet pas la substitution dont il s'agit, pour les régions voisines de l'équateur. Il n'en résulte cependant aucun désavantage pour cette dernière, attendu que, les stations astronomiques étant beaucoup moins multipliées que ne l'exige la première méthode, et généralement établies aux nœuds des chaînes de triangles, on ne négligera jamais d'y faire les observations de longitude. Les observations d'azimut seront faites dans ces stations, uniquement pour contrôler les triangulations.

» Enfin, la nouvelle méthode n'exigeant aucune nouvelle opération sur le terrain, on trouvera sans doute convenable d'en faire usage concurremment avec la première. En géodésie, les vérifications sont souvent bien utiles.

» La connaissance de la figure de la surface de niveau permettra d'appliquer, aux calculs ordinaires de la géodésie, une correction à laquelle on n'a pas songé jusqu'ici, et qui pourra n'être pas sans importance. Les bases sont réduites au niveau de la mer, que l'on confond ordinairement avec la surface de l'ellipsoïde de révolution, tandis qu'il faudrait les réduire à cette dernière surface; or cela sera facilement praticable, dès qu'on aura fait l'application des nouvelles méthodes. Par les chiffres qui seront présentés dans un instant, on jugera si les corrections dont il s'agit ne pourraient pas atténuer les discordances que présentent certains réseaux trigonométriques.

» On appréciera également si la configuration irrégulière de la surface de niveau, dans le voisinage des observatoires, surface à laquelle les couches atmosphériques de même densité sont parallèles, n'exerce aucune

influence sur les réfractions astronomiques (*). Sous ce rapport, une étude analogue à celle que M. Schwitzer a faite aux environs de Moscou, et qui s'étendrait à une surface de 100 à 120 kilomètres de rayon autour de Paris, serait d'un certain intérêt pour notre Observatoire.

» Il y a plusieurs années, j'ai obtenu, relativement à la région caucasienne, un résultat que je me suis abstenu de publier, parce qu'il repose sur des données très-incomplètes : aussi le présenterai-je aujourd'hui, non comme l'expression d'une réalité, mais seulement d'une possibilité.

» Le colonel Chosdko aurait constaté, dans le Caucase, des différences entre les latitudes astronomiques et géodésiques, variant de 54 secondes, dans une amplitude d'arc de méridien moindre qu'un degré : voilà, certes, un système de données bien incomplet. Pour en déduire un résultat, il fallait nécessairement le compléter par des hypothèses. Voici celles que j'ai faites : 1° le point où les latitudes astronomiques et géodésiques s'accordent est au milieu de l'arc considéré; 2° le chiffre 54 secondes est la valeur maximum des attractions locales en cette région; 3° la fonction qui exprime leur effet sur les latitudes est impaire et assujettie à la condition de s'accorder sensiblement avec la loi de la raison inverse du carré de la distance, quand les distances au milieu de l'arc méridien sont très-grandes. En conséquence, j'ai admis la relation

$$L' - L = C\frac{L - L_0}{[\gamma^2 + (L - L_0)^2]^{\frac{3}{2}}},$$

où L_0 désigne la latitude du milieu de l'arc, et C et γ deux constantes que les conditions énoncées déterminent.

» Δ désignant l'altitude d'un point du profil méridien de la surface de niveau, dont la latitude est L, a le demi-axe équatorial, et e l'excentricité de l'ellipse méridienne, on a

$$d\Delta = -\frac{a(1 - e^2)C(L - L_0)}{[\gamma^2 + (L - L_0)^2]^{\frac{3}{2}}}dL;$$

(*) Qui sait si les réfractions calculées en ayant égard à la *vraie* figure de la surface de niveau n'atténueraient pas sensiblement les discordances systématiques que présentent les meilleurs catalogues d'étoiles? Il faudrait, pour cela, que la correction qui en résulterait pour les réfractions pût atteindre 1 à 2 secondes. Nous nous réservons d'examiner cette question une autre fois.

d'où, en intégrant,

$$\Delta = \Delta_0 - \left[\frac{a(1-e^2)C}{\gamma} - \frac{a(1-e^2)C}{\sqrt{\gamma^2 + (L - L_0)^2}}\right] (*).$$

Les valeurs de C et γ que fournissent les données et conditions précédentes, ont pour logarithmes

$$\text{l.C} = 8,65758, \quad \text{l.}\gamma = 3,40578.$$

» A l'aide de ces données, on obtient les résultats suivants :

$L - L_0$	$L' - L$	$\Delta - \Delta_0$	$L - L_0$	$L' - L$	$\Delta - \Delta_0$
° ′	″	m	° ′	″	m
0.01	0,0	0,00	1.01	19,1	−11,29
0.10	15,2	− 0,72	1.10	16,1	−12,87
0.20	24,5	− 2,55	1.20	13,6	−14,20
0.30	27,0	− 4,90	1.30	11,5	−15,33
0.40	25,5	− 7,28	1.40	9,8	−16,28
0.50	22,4	− 9,43	1.50	8,5	−17,10
1.0	19,1	−11,29	2.0	7,3	−17,81

(*N. B.* $L' - L$ change de signe avec $L - L_0$; $\Delta - \Delta_0$ conserve le signe —.)

» Les valeurs de $L' - L$ montrent comment les effets des attractions locales sont supposés se succéder; les valeurs négatives de $\Delta - \Delta_0$ expriment la quantité dont la surface de niveau s'abaisse au-dessous de la surface menée par le sommet de la protubérance liquide, parallèlement au sphéroïde de révolution.

» Bien que ces résultats reposent en partie sur des données conjecturales, il ne paraît pas douteux que les variations d'altitude de la surface du niveau n'atteignent de 10 à 20 mètres dans le Caucase.

» Voici un autre résultat bien plus extraordinaire, qui a été obtenu par M. de Benazet, ingénieur des constructions navales, et communiqué récemment au Bureau des Longitudes par cet ingénieur.

(*) En posant

$$\tang \psi = \frac{L - L_0}{\gamma},$$

on obtient les formules suivantes, qui sont plus appropriées au calcul numérique :

$$L' - L = \frac{C}{\gamma^2} \sin\psi \cos^2\psi, \qquad \Delta = \Delta_0 - 2a(1-e^2)\frac{C}{\gamma} \sin^2 1'' \sin^2 \tfrac{1}{2}\psi.$$

L_0, L, L′, sont supposés exprimés en secondes.

» M. de Benazet, voulant connaître la déviation du pendule au Callao, dans l'Amérique australe, s'est trouvé obligé, en l'absence de chaînes de triangles reliant les deux versants des Andes, de calculer directement les attractions produites par le continent entier de l'Amérique du Sud. A cet effet, il s'est procuré des renseignements approximatifs sur le relief du sol et les densités, sur la variation de profondeur de la mer. M. de Benazet ne s'est pas contenté de calculer la déviation du pendule au Callao, déviation qu'il a trouvée dépasser plusieurs minutes; il a calculé les ordonnées du profil de la surface de la mer dans la direction perpendiculaire à la côte, au Callao. Or, il a trouvé que la mer s'abaisse progressivement, à partir de la côte, d'une quantité qui finit par rester constante, et atteint alors 137 mètres! La plupart des données du calcul de Benazet sont affectées d'incertitudes; mais il paraît cependant assez admissible que le résultat ne soit pas affecté d'erreurs dépassant le $\frac{1}{3}$ ou le $\frac{1}{4}$ du chiffre auquel il est parvenu : on peut ainsi regarder comme très-probable que, dans une région donnée du Pacifique, les attractions du continent de l'Amérique du Sud produisent, dans le voisinage des côtes, un exhaussement atteignant 100 mètres ou plus encore.

» Ces deux exemples suffiront, je pense, pour montrer toute l'importance des questions qui se rattachent à la surface de niveau; il est seulement à regretter que les travaux de géodésie astronomique n'aient pas été continués chez nous; car, autrement, il nous eût été possible de produire des résultats effectifs et intéressant, à ce titre, notre propre pays. »

ASTRONOMIE. — *Sur les deux planètes récemment découvertes.* Note de **M. Delaunay.**

« Dans la séance du 18 septembre dernier, j'ai annoncé la découverte d'une nouvelle planète à Marseille, par M. Borelly, et je lui ai attribué le n° **116**. Cette planète a été nommée *Lomia*. Le lundi suivant, j'ai fait part à l'Académie d'une lettre de M. Luther qui m'annonçait la découverte faite par lui d'une autre planète, deux jours après la découverte de Lomia, à Marseille; cette planète de M. Luther devait naturellement porter le n° **117**. Mais j'ai appris depuis, par une lettre de M. C.-H.-F. Peters, datée de Clinton (État-Unis d'Amérique), le 11 septembre, que cet Astronome avait découvert la même planète que M. Luther, six jours avant lui, et par conséquent quatre jours avant la découverte de Lomia à Marseille. Il y a donc

lieu de modifier les numéros indiqués pour les deux planètes, en attribuant le n° 116 à la planète découverte d'abord par M. Peters à Clinton, le 8 septembre, puis par M. Luther à Bilk, le 14 du même mois; et le n° 117 à la planète Lomia, découverte par M. Borelly, à Marseille, le 12 septembre.

» Voici la lettre de M. C.-H.-F. Peters :

« Clinton, N. Y., septembre 11, 1871.

» Une nouvelle planète, de onzième grandeur, a été trouvée dans la nuit du 8 septembre. J'en ai fait les observations qui suivent :

	Temps moyen de Hamilton College.	Æ (116)	Déclinaison (116)
	h m s	h m s	° ′ ″
1871. Sept. 8	15.33.34	0.14. 6,51	—3.44.38,0
» » 9	11.47.31	0.13.30,3	—3.48.48
» » 10	12.38.3	0.12.41,7	—3.54.12

» Faute de connaissance exacte des étoiles de comparaison, la réduction des deux dernières de ces observations n'a pu être complétée.

» J'ai le plaisir de remarquer que mes éléments de *Cassandra* (114) représentent encore suffisamment les observations. Ma dernière est du 9 décembre, et ne s'écarte de l'Éphéméride publiée dans les *Astron. Nachr.* que de quelques minutes. »

ASTRONOMIE. — *Sur les nébuleuses découvertes et observées par* M. Stephan, *à l'Observatoire de Marseille.* Note de **M. Delaunay.**

« A l'aide du télescope Foucault de $0^m,80$, établi à l'Observatoire de Longchamp (Marseille), M. Stephan a entrepris, depuis plusieurs années, une revue générale de la portion du ciel visible sous nos latitudes, dans le but de compléter la liste déjà si considérable des nébuleuses connues (1). Ses recherches, qui ont surtout porté sur la zone comprise entre 45 et 100 degrés de distance polaire nord, ont amené jusqu'ici la découverte d'environ 250 nébuleuses nouvelles, et tout porte à croire que ce chiffre n'est qu'une faible fraction de celui qu'il lui sera possible de donner dans la suite.

» Le travail se compose de deux parties : une première qui comprend l'exploration, et une deuxième, dans laquelle les nébuleuses sont reprises avec soin, une à une, pour être comparées avec une étoile voisine, comme cela se pratique ordinairement pour les comètes.

---

(1) Le Catalogue de sir J.-F.-W. Herschel, publié en 1864, contient 5079 nébuleuses ou amas d'étoiles, y compris le Supplément.

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur le haut intérêt qui s'attache à la détermination précise de la position des nébuleuses. Si l'hypothèse d'Herschel est fondée, si les distances de ces amas de matière à notre système sont presque infiniment grandes par rapport aux distances des étoiles dites *fixes*, il faut voir dans les nébuleuses les repères qui permettent d'apprécier avec certitude le mouvement de notre Soleil dans l'espace, ainsi que celui de la nébuleuse tout entière dont il fait partie.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un tableau contenant l'indication des positions de quarante des nébuleuses découvertes par M. Stephan; une partie de ces positions a déjà été publiée dans notre *Bulletin astronomique*, n°s 7 et 12, et le reste le sera incessamment. A l'inspection de ce tableau, aussi bien que par l'examen d'un catalogue plus étendu, on est frappé de la forte proportion des groupes de nébuleuses voisines qui peuplent certaines régions du ciel. Il est donc légitime de supposer que la répartition de ces corps n'est pas quelconque, qu'il y a au contraire solidarité entre les nébuleuses d'un même groupe comme entre les diverses parties d'une étoile multiple. Peut-être arrivera-t-on, par leur étude attentive, à constater que les lois de la gravitation newtonienne subsistent encore à ces distances énormes.

» Notre génération ne peut évidemment pas espérer pour elle-même la solution de ces grands problèmes; mais c'est notre devoir de travailler pour nos descendants, comme les anciens ont travaillé pour nous, et d'accumuler les matériaux qui serviront de base à l'astronomie future. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les divers aspects des protubérances et des autres parties remarquables, à la surface du Soleil. Classification de ces phénomènes.* Quatrième Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Rome, ce 21 septembre 1871.

» Les nombreuses observations des protubérances solaires, faites pendant les cinq mois de belle saison qui viennent de s'écouler, m'ont conduit à une classification de ces phénomènes, qui ne sera pas sans intérêt pour la science. Les astronomes physiciens se sont occupés des protubérances surtout au point de vue de l'analyse spectrale, et ceux qui ont fait attention à la forme en ont plutôt relevé la grandeur et les accidents les plus extraordinaires que la structure ordinaire.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

» Les détails dans lesquels je vais entrer me paraissent tout à fait nécessaires pour que les observateurs puissent s'entendre entre eux et faire disparaître certaines divergences, qui n'ont peut-être d'autre cause que la difficulté de comprendre la description verbale de ces étranges phénomènes.

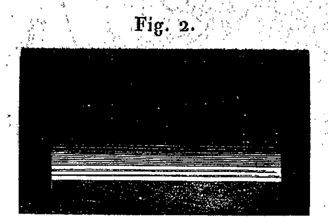
» Bien que leurs formes soient très-variables, bien que leurs caractères ne soient pas tellement tranchés qu'on ne puisse passer de l'un à l'autre, il y a cependant lieu à une classification de détail qui doit être instructive. Je commencerai par la chromosphère.

» CHROMOSPHÈRE. — Elle se présente sous quatre aspects bien tranchés.

» (*a*) Le premier aspect est celui d'une couche nettement terminée, comme serait la surface libre d'un liquide. Son éclat tranche parfaitement à l'extérieur avec l'espace sombre environnant; on remarque seulement une faible diminution d'intensité près du bord extérieur (*fig.* 1).

Fig. 1.

Fig. 2.



» (*b*) Ordinairement, la chromosphère est garnie de petits filaments semblables à des poils brillants, dirigés dans un même sens, plus ou moins inclinés (*fig.* 3). Cette structure s'observe surtout entre les latitudes

Fig. 3.

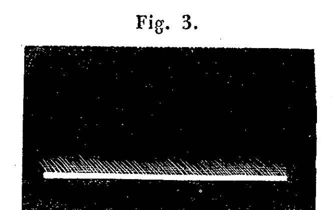
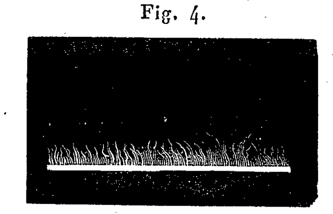


Fig. 4.



moyennes et les pôles. L'entraînement des filets n'est pas toujours dirigé dans le sens des courants supérieurs, qui transportent les protubérances, mais cela arrive très-souvent.

» (*c*) Quelquefois, surtout dans les régions des facules, la surface est diffuse (*sfumata*), de manière qu'il est difficile de dire où elle s'arrête (*fig.* 2).

» (*d*) Enfin, le plus ordinairement, la chromosphère est terminée irré-

gulièrement et garnie de petits appendices coniques irréguliers, ou de petites flammes dirigées en tous sens. Ce sont des protubérances rudimentaires, plus fréquentes dans les points du périmètre solaire où se présentent les granulations ou marbrures de la surface; de sorte qu'il paraît exister une dépendance entre cet état de la chromosphère et les granulations (*fig.* 4).

» On pourrait distinguer ces quatre aspects de la chromosphère par les noms de *plate*, *velue, diffuse* (sfumata) et *flamboyante.*

» PROTUBÉRANCES. — J'arrive maintenant aux protubérances; elles sont de trois espèces principales : en forme d'*amas,* de *jets* et de *panaches.*

» *Amas.* — Les amas sont de deux sortes : les uns sont des élévations en forme de monticules très-brillants (*fig.* 5), dans l'intérieur desquels on

Fig. 5.

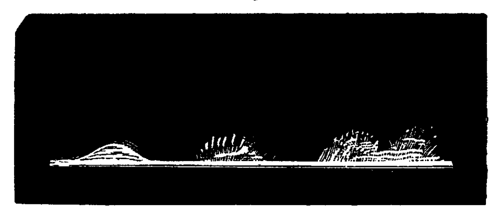
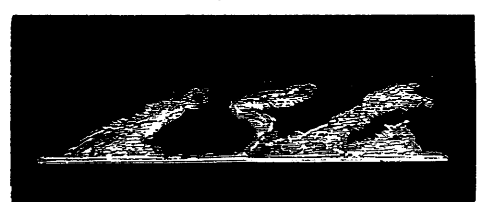


Fig. 6.



ne voit aucune distribution nette de la masse; sur leur contour, ils sont généralement diffus (*sfumati*) ou garnis de poils. Ces amas paraissent être de simples surélévations de la chromosphère, n'excédant guère 15 à 20 secondes; leurs formes sont variables, mais généralement arrondies.

» Une deuxième sorte d'amas est formée d'agglomérations plus diffuses, légères, ressemblant aux *cumulus* de notre ciel (*fig.* 6). On les rencontre dans les environs des taches, mais en général cette forme est plutôt rare et paraît dériver d'une nébulosité diffuse qui cache l'organisation intérieure du jet.

» Je désignerai ces deux premières sortes d'amas par les noms d'*amas brillants*, et d'*amas cumuliformes.*

» Une troisième sorte d'amas est composée de masses nuageuses, très-légères et diffuses, situées au sommet des grandes protubérances, là où la dissolution des panaches produit des lueurs faibles et de légers voiles *cirriformes* (*fig.* 13, 14 et 18) au sommet des masses.

» *Jets.* — Sous la dénomination de *jets,* je comprends ces flammes vives et brillantes qu'on trouve surtout dans le voisinage des taches et dans la couronne brillante de facules qui les environne.

» La *fig.* 7 montre quelques formes de ces jets. Quelques-uns sont triangulaires, comme des pointes d'épée courtes et raides, mais très-vives, et en même temps d'une variabilité extrême; ils prennent rarement un grand développement en hauteur, et durent peu de temps. La *fig.* 8 présente une

Fig. 7.

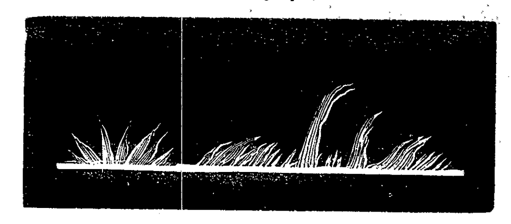


Fig. 8.



forme de jets que l'on rencontre très-rarement sur une grande échelle : je les appellerai *cônes*. Les cônes très-courts sont très-fréquents; ils s'allongent souvent en prenant une forme curviligne très-gracieuse; la *fig.* 9 donne un exemple de cette transition rapide en filets curvilignes nombreux, dans un intervalle de vingt minutes de temps. Cette transformation ne s'effectue pas par degrés, mais, en général, l'une des formes venant à disparaître, l'autre s'y trouve substituée après un intervalle de tranquillité très-court. L'aspect

Fig. 9.

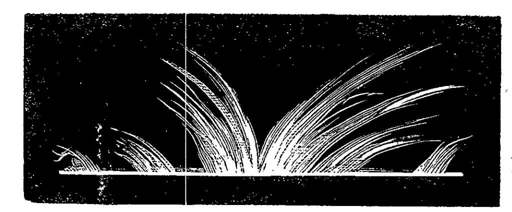
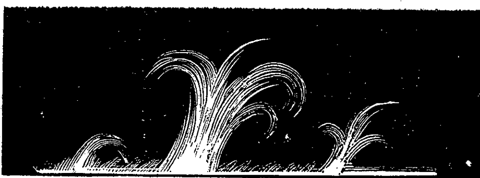


Fig. 10.



de ces dernières formes de jets est celui de *flammes* transportées par le vent, et je les désignerai sous ce nom; elles sont très-communes près des taches, et très-vives.

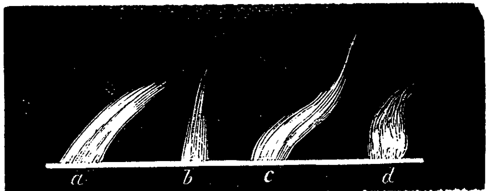
» L'intensité lumineuse dans les jets est toujours très-grande, et le fond même est plus lumineux que le reste du contour solaire. Ils offrent parfois des formes vraiment magnifiques, comme les plus beaux bouquets de feux d'artifice qu'on puisse imaginer; les branches, retombant en forme de paraboles plus ou moins inclinées, offrent une beauté pour ainsi dire artistique. Certains jets représentent la tête de magnifiques palmiers, avec leurs gracieuses courbures de rameaux. La *fig.* 10 représente un jet composé, où les branches, sorties ensemble de la base, se séparent à une

certaine hauteur, dans différentes directions. Plus ordinairement la tige, très-vive et très-brillante, paraît à une certaine hauteur se diviser en rameaux (*fig.* 11). On voit la chevelure supérieure tantôt entraînée par le

Fig. 11.



Fig. 12.



vent dans la direction du jet, et tantôt repoussée en sens contraire de la direction de la tige. Ces formes sont toujours compactes, filamentaires à la base, et terminées franchement au sommet en filets sans nuages. Leur lumière est si vive, qu'on les voit à travers les nuages légers, lorsque la chromosphère disparaît; leur spectre indique, outre l'hydrogène, la présence de plusieurs autres substances. Je les appellerai *gerbes*. On trouve souvent dans ces gerbes une variation de réfrangibilité des raies, qui se traduit par un doublement de la raie normale, ou par une diffusion d'un côté ou de l'autre : cet effet serait dû à la grande vitesse de transport de la masse lancée. Souvent les gerbes, arrivées à une certaine hauteur, s'arrêtent et se transforment en masses brillantes très-vives, qui, après quelque temps, restent isolées comme des nuages. Un caractère propre des gerbes, comme des flammes, est la courte durée; il est rare qu'elles durent une heure; c'est souvent l'affaire de quelques minutes.

Fig. 13.

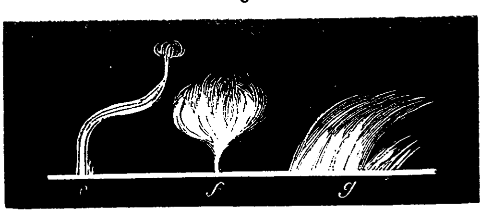
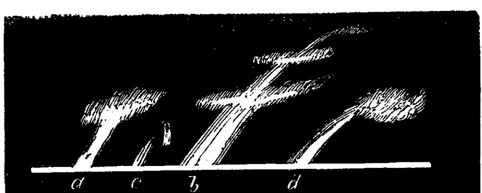


Fig. 14.



» *Panaches*. — La troisième espèce de protubérances, que j'appelle *panaches*, présente quelques caractères communs avec les jets, mais elle en diffère considérablement : 1° par une moindre intensité lumineuse; 2° par une plus grande persistance en durée; 3° par la terminaison à la partie supérieure, qui souvent se résout en nuages pommelés, comme nos nuages terrestres déchiquetés; 4° par la diffusion et la hauteur énormément plus

grande qu'on y rencontre; 5° par les assemblages très-volumineux qu'elles forment; 6° enfin par la situation dans laquelle elles se présentent indifféremment sur toutes les parties du bord, tandis que les jets se rencontrent seulement près des taches ou dans leur région. Nous distinguerons leurs formes en *simples* et *composées*.

» Les formes simples (*fig.* 12 et 13) consistent en des masses de filaments, larges à la base et rétrécies en pointe (*a*), (*b*), (*c*). On les rencontre soit droites (*b*), soit courbées par l'action évidente de courants qui les entraînent. Il n'est pas rare de voir dans ces panaches des inflexions doubles bien marquées [*fig.* 12 et 13 (*c*), (*d*), (*e*)], comme si le jet avait une forme spirale. Une forme assez belle et qui n'est pas rare est la forme [(*f*) *fig.* 13], qui tient à la chromosphère par une langue très-mince et s'élève sur ce pendicule en s'élargissant en forme de fleur. Parfois ces panaches offrent une grande étendue (*g*).

» Ces formes peuvent atteindre toutes les hauteurs. Ordinairement, à une certaine élévation, elles s'épanouissent en traînées et en nuages (*fig.* 14). Le panache (*a*) est terminé par une masse nuageuse diffuse, à une élévation comparativement petite. Le panache (*b*) se relève en corne coupée par trois étages de nuages. Le panache (*d*) présente un nuage qui est attaché seulement par une queue. Le panache (*c*) est un filet presque isolé, qui se replie en retombant normalement. Il peut se faire cependant quelquefois que ces nuages soient simplement projetés sur les panaches; mais on les voit souvent se former à leur sommet.

» Les panaches se présentent sous toutes les inclinaisons possibles, depuis ceux qui sont perpendiculaires jusqu'à ceux qui se traînent sur la surface solaire. On les trouve accouplés [*fig.* 15 (*a*)] ou convergents (*c*),

Fig. 15.

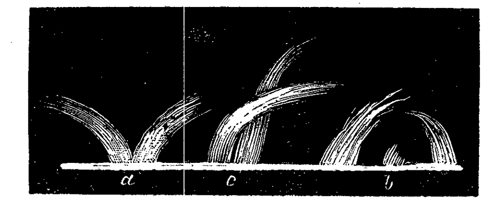
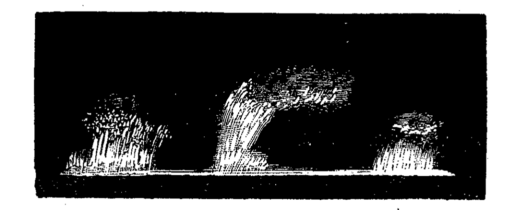


Fig. 16.



ou assemblés, mais avec une inclinaison différente (*b*). Il est probable qu'une grande partie de ces formes sont dues à un effet de perspective, et que leurs bases sont très-éloignées dans la direction du rayon visuel.

» Il est cependant remarquable que la forme des filets, à la base, est en

général très-voisine de la verticale, et s'incline ensuite avec beaucoup de délicatesse pour s'élever souvent en haut. Leur structure ressemble à un assemblage de longs poils réunis, et plus particulièrement à des moustaches. Les filets sont généralement serrés, de sorte que, si l'air n'est pas favorable, on les prendrait pour des nuages continus. Aux pôles, on les trouve généralement plus clair-semés, presque perpendiculaires au bord (*fig.* 16) dans toute leur hauteur (évidemment faute de courant qui les entraîne), et confus au sommet en un nuage très-faible.

» De l'assemblage de ces jets, naissent les masses composées, pour lesquelles on ne peut donner de types constants, car elles sont sujettes à tous les caprices possibles.

» Plusieurs de ces masses se présentent avec une organisation qui leur fait attribuer, au premier aspect, une structure réticulée [*fig.* 17 (*)], lais-

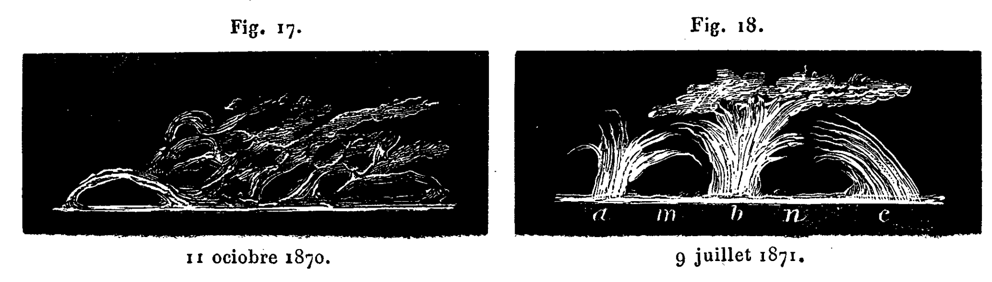


Fig. 17. — 11 octobre 1870.

Fig. 18. — 9 juillet 1871.

sant des trous obscurs et des ouvertures béantes. Cette continuité apparente se présente surtout dans des circonstances atmosphériques mauvaises; mais, avec un grossissement convenable et un air favorable, en examinant bien leur structure, on trouve que cet aspect résulte seulement de l'entrecroisement des panaches. Prenons l'une des figures les moins compliquées, la *fig.* 18 : nous voyons que les masses des filets divergent de trois centres *a*, *b*, *c*, qui se joignent en formant des arcades, et laissent des intervalles qui, vus sur le fond obscur de la raie C, paraissent des trous noirs *m*, *n*. Si les jets sont plus déliés, mais plus nombreux, on aura l'aspect d'arcades de la *fig.* 19, où ils se croisent dans toutes les directions, laissant entre eux des interstices trapézoïdaux et triangulaires curvilignes. Mais comme les masses, en se croisant, se diffusent, les angles de ces figures se trouvent arrondis, et il en résulte des figures ovales dans des masses compactes, comme le montre la *fig.* 20. La *fig.* 17 est produite de la même manière, avec l'addition d'une nébulosité plus compacte.

(*) La plupart des figures n'ont pas de dates, mais j'ai cru nécessaire d'indiquer celles des plus remarquables.

» Ces masses atteignent des hauteurs énormes, de 150 à 200 secondes; parfois de 240 secondes, très-rarement plus. Leur sommet est cependant, en général, très-déchiqueté et semblable en tout aux amas de *cirro-cumuli* que nous voyons à l'extrémité des nuages orageux, et qui forment un ciel

Fig. 19.



Fig. 20.



pommelé. Un fait très-intéressant, c'est qu'elles s'élèvent toujours sur la chromosphère par de petits jets isolés, et jamais dans une étendue parfaitement continue, bien que, à une certaine hauteur, elles se mêlent et se confondent en une masse qui paraît unique. Ainsi, en partant de la base, on peut suivre la trace des filets qui les produisent et qui, arrivés à une certaine élévation en se ramifiant et s'inclinant différemment, se mêlent de toutes les manières possibles. C'est cette structure qui a suggéré l'idée de formes arborescentes dans les protubérances. On n'en finirait jamais si l'on voulait donner les figures des masses compliquées qui s'étendent parfois de 30 à 40 degrés sur la surface solaire en latitude, et à plus de 60 degrés en longitude. Il est manifeste que cette forme embrouillée dépend de la différence de direction des figures élémentaires que nous projetons l'une sur l'autre, et que, faute de transparence, nous ne pouvons séparer.

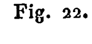
» NUAGES. — Nous comprenons dans ce groupe toutes les masses suspendues qui nagent isolées au-dessus de la chromosphère. Elles sont, en général, très-intéressantes pour l'intelligence du mode de formation fondamentale des protubérances. Une classe de nuages est produite, comme nous venons de le dire, par la diffusion désorganisée des panaches en masses déchiquetées; d'autres nuages paraissent être la continuation même des panaches, qui ont cessé d'être alimentés par la partie inférieure de la chromosphère, et se trouvent ainsi isolés et volants dans l'atmosphère supérieure (*fig.* 21).

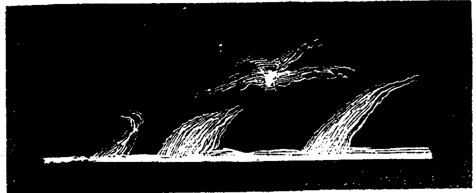
» Dans ces masses isolées, se manifestent souvent un phénomène assez curieux, qui consiste en ce qu'une masse brillante apparaît épanchée en

filets curvilignes, éparpillés dans toutes les directions possibles (*fig.* 22 et 23). Cette structure est assez singulière et n'est pas rare : nous y avons fait attention toutes les fois que nous l'avons rencontrée. Cette forme prouve que les panaches peuvent se former, au milieu de la masse asmosphérique,

Fig. 21.




Fig. 22.



sans un orifice d'émission proprement dit, d'où sorte la masse gazeuse. C'est là un point très-intéressant pour la théorie de la formation de ces protubérances. M. Tacchini, de Palerme, a fait aussi cette observation ; il a même observé des filets descendants qui ressemblaient à une pluie (*fig.* 16); nous les avons également vus.

» Les masses filamentaires des panaches ne ressemblent en rien à nos nuages habituels de condensation de vapeurs, tels que les cumulus et les cirrus. La seule forme qui s'en rapproche est celle de certains cirrus légers, qui sont entraînés dans notre atmosphère par des courants violents : ces formes se produisent seulement lorsque le vent du nord, très-fort dans les hautes régions, trouvant les cirrus déjà formés, les déchire et les entraîne en filets plus ou moins parallèles et entortillés : en Amérique, on les appelle *horse tails* (queue de cheval); elles ressemblent à nos panaches. Ces phénomènes sont donc le simple résultat du transport dû au milieu dans lequel les masses nagent; ils ne peuvent servir à la démonstration de l'existence d'une force d'impulsion directe qui les lance à ces énormes élévations. Cela est évident dans les masses qui rebroussent chemin, arrivées à une certaine hauteur (*fig.* 11 et 22); la force qui les produit est différente de celle qui les transporte.

» Les formes exposées jusqu'ici sont celles qu'on voit par la raie G du spectre : les autres raies présentent des formes moins nettes; la raie jaune D_3 surtout donne des figures différentes, parce que la clarté du fond empêche de voir les détails des nébulosités plus faibles, dont sont souvent enveloppés les amas filamentaires.

» Si l'on se rapporte aux anciennes observations des éclipses, on trouve

que les protubérances, en général, sont représentées comme des masses sans organisation, comme des cumulus ou des amas de fumée. Dès 1860 cependant, leur structure filaire fut expressément indiquée dans les dessins que je fis au *Desierto de las Palmas*, et que je publiai alors. Les photographies cependant ne donnent qu'un résultat confus et aggloméré sans distinction. Il serait donc intéressant de faire des observations optiques, dans le moment de la totalité des éclipses, pour étudier avec précision les formes des protubérances, et les comparer avec celles qu'on voit au spectroscope. Je voulus essayer de réaliser des observations de ce genre, le 22 décembre dernier, mais le mauvais temps ne me permit pas d'arriver à une comparaison satisfaisante. J'espère que le 24 décembre prochain donnera un meilleur résultat. Mais il peut bien se faire que la structure filaire disparaisse dans la vision optique ordinaire pendant l'éclipse, à cause de la grande vivacité de la couche nébuleuse brillante qui enveloppe ordinairement ces masses.

» En distinguant entre les *jets* et les *panaches*, nous n'avons pas l'intention de préjuger la question de savoir si les panaches ne sont pas aussi des jets : cette question n'est pas encore assez approfondie. La distinction réelle nous paraît consister en ce que, dans les jets, une partie de la photosphère semble soulevée, tandis que, dans les panaches, la seule partie affectée est la chromosphère : nous n'avons jamais trouvé, dans leur spectre, que les raies de l'hydrogène avec la raie D_3. Mais il ne nous paraît pas qu'on puisse établir en principe que tous ces jets offrent un orifice d'émission, dans une couche liquide par où sort le gaz, et bien moins encore qu'on puisse prendre la hauteur des protubérances comme mesure de la pression qui lance le gaz, car nous voyons les panaches se produire même dans les

Fig. 23.

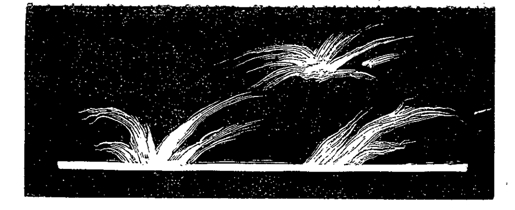


Fig. 24.



masses suspendues dans l'atmosphère libre (*fig.* 21 à 24), loin de la chromosphère, là où l'on ne peut admettre une telle couche liquide.

» La persistance des panaches est très-remarquable, comparée à celle des gerbes. Malgré leur grande mobilité, on peut les trouver deux ou trois

jours à la même place : aux pôles, la persistance dure même davantage, tandis que les gerbes les plus belles ne durent que quelques minutes, rarement des heures. Cela nous confirme dans l'opinion que les gerbes sont dues à une véritable éruption, partant d'une plus grande profondeur et ayant une température plus élevée et une plus grande vitesse. La présence des jets et des gerbes est le meilleur signe de l'apparition imminente d'une tache.

» Quant à la connexion entre les protubérances et les facules, on peut établir ce qui suit : *Les facules accompagnent invariablement les jets, quelle que soit leur forme, mais les panaches en sont bien souvent indépendants, surtout s'ils sont petits.* Cela se comprend en effet, car la lumière des jets est toujours supérieure à celle de l'atmosphère terrestre éclairée, de sorte qu'on les voit même à travers les nuages, tandis que celle des panaches est beaucoup plus faible, et une vapeur terrestre quelconque suffit pour les faire disparaître.

» Une particularité digne de remarque, c'est la faiblesse de leur lumière près des pôles, et la direction perpendiculaire au bord des filets : indices, comme je l'ai déjà dit ailleurs, d'une activité moindre et d'une plus faible force de transport.

» Les protubérances, quant à leur nombre et à leur grandeur, sont en rapport avec l'activité solaire qui se manifeste par les taches : dans ce moment, nous arrivons à un minimum des taches, et les protubérances sont aussi peu nombreuses et peu étendues.

» Les dimensions des protubérances sont très-variables. Les maxima que j'ai rencontrés dans cette période de temps n'excèdent pas 4 minutes à $4\frac{1}{2}$ minutes; on en peut conclure que le milieu dans lequel ces masses nagent doit avoir au moins 5 à 6 minutes; c'est là hauteur que les observations des éclipses assignent à la partie la plus vive de la couronne. Les jets sont, en général, plus bas : au moins, leur partie la plus brillante ne s'élève pas au-dessus de 1 à 3 minutes. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur les affections charbonneuses de l'homme;* *par* **M. Déclat** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission nommée pour la question du typhus.)

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de lire devant l'Académie, le 10 avril 1871, et qui avait pour objet la curation et la préservation du

typhus des bêtes à cornes, j'annonçais que la médication qui avait déjà produit les résultats remarquables communiqués à l'Académie avait été appliquée, avec non moins de succès, au traitement des affections charbonneuses de l'homme et des animaux, et qu'elle le serait, probablement, au traitement du choléra, de la fièvre jaune, etc.

» Je viens aujourd'hui communiquer à l'Académie quelques faits qui me paraissent confirmer ce que j'avais annoncé, en ce qui concerne les affections charbonneuses de l'homme.

» Dès le début du siége de Paris, pendant que je faisais, à l'abattoir de Grenelle, des expériences sur la fièvre aphtheuse des bêtes à cornes, connue sous le nom de *cocotte*, plusieurs hommes attachés à l'abattoir furent atteints d'affections charbonneuses. Les deux premiers atteints, traités à l'aide des méthodes ordinaires, d'abord par un médecin du voisinage, et plus tard par les chefs de service de l'hôpital Necker, succombèrent promptement.

» A ceux qui furent atteints ensuite, j'appliquai moi-même la nouvelle méthode de traitement; puis, cette méthode fut suivie, même en mon absence, par le directeur de l'abattoir, M. Rouillard; aucun des malades que nous traitâmes, lui et moi, ne succomba.

» Des faits semblables furent observés dans un établissement du voisinage..... »

L'auteur donne ensuite le détail des observations d'après lesquelles, sur 57 sujets atteints, il a pu obtenir 57 cas de guérison.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches sur la transformation réciproque des deux états allotropiques du phosphore* (2e partie); *par* **M. G. Lemoine** (1).

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, H. Sainte-Claire Deville.)

« *Essai de séparation des deux transformations inverses.* — Lorsqu'on chauffe du phosphore rouge, le phosphore ordinaire d'abord produit se change de nouveau en phosphore rouge : l'une des transformations est nécessairement accompagnée et limitée par l'autre.

(1) La 1re partie a été présentée dans la dernière séance (p. 797).

» Il serait important d'isoler expérimentalement les deux actions élémentaires inverses dont on observe seulement la résultante. On peut, dans ce but, chauffer à 440 degrés du phosphore rouge en présence du cuivre : le phosphore ordinaire est absorbé : *la transformation devient illimitée.*

» Je déduis de ces expériences (1) la quantité *a* de phosphore ordinaire que le phosphore rouge dégage par gramme et par heure :

t	V	C	P	Y	$\frac{P}{V}$	$\frac{Y}{V}$	$\frac{P}{Y}$	a
2 heures....	$21,9^{cc}$	$17,129^{gr}$	$0,836^{gr}$	$0,394^{gr}$	$38,2^{gr}$	18,0	0,47	0,32
3 heures....	20,2	11,954	0,479	0,276	23,7	13,7	0,58	0,29
3 heures....	23,3	10,988	0,914	0,551	39,2	23,7	0,60	0,31

» Ces résultats exigent deux corrections principales :

» 1° Pendant les températures antérieures à 440 degrés, l'absorption correspond déjà, dans les conditions de l'expérience, à 7 pour 100 du poids du phosphore rouge.

2° Le cuivre, à 440 degrés, n'absorbe pas instantanément le phosphore ordinaire : la vapeur subsiste en présence du métal avec une tension très-notable. L'absorption ne se complète que pendant le refroidissement, aux températures où le phosphore rouge n'émet plus de phosphore ordinaire. A 440 degrés, la vitesse d'absorption du cuivre est mise en opposition avec la vitesse de transformation du phosphore rouge.

» La séparation des deux actions inverses n'est donc pas complète. Cependant, comme première approximation, on peut dire que la transformation du phosphore rouge à 440 degrés, si elle n'était pas limitée par l'action inverse, donnerait par gramme et par heure $0^{gr},3$ de phosphore ordinaire.

» *Transformation du phosphore ordinaire.* — Au delà de 290 degrés, cette transformation, obtenue en vase clos, est de plus en plus rapide,

---

(1) Il faut tenir compte dans le calcul de la variation incessante du poids du phosphore rouge. Soient P le poids introduit, Y sa perte au temps t. On a

$$dY = a(P - Y)dt,$$

d'où

$$L\left(1 - \frac{Y}{P}\right) = at.$$

Je choisis les expériences correspondant à un grand excès de cuivre C et à un petit volume V, car alors la tension de la vapeur persistante a moins d'influence. Les résultats s'appliquent seulement au phosphore rouge non aggloméré par l'effet de la réaction inverse.

mais toujours incomplète. Toutes les expériences suivantes sont relatives à la température de 440 degrés (1).

» 1° Si des espaces différents contiennent des quantités de phosphore ordinaire proportionnelles aux volumes, les quantités de phosphore ordinaire persistant sont elles-mêmes proportionnelles à ces volumes. La transformation est avant tout un phénomène de tension de vapeur.

» Soient : t le nombre d'heures, V le volume, P et Y les poids de phosphore ordinaire introduit et de phosphore ordinaire persistant :

t	8h.	8h.	8h.	8h.	8h.	8h.	8h.	8h.
V....	500cc,2	520cc,7	534cc,6	258cc,1	158cc,5	160cc,4	527cc,9	485cc,5
P....	1gr,42	3gr,05	3gr,77	4gr,15	5gr,0	5gr,1	15gr,4	14gr,7
Y....	1,42	2,752	2,879	1,281	0,625	0,630	2,107	1,973
$\frac{P}{V}$....	2,85	5,86	7,05	16,08	31,2	31,8	29,1	30,3
$\frac{Y}{V}$....	2,85	5,29	5,39	4,96	3,94	3,93	3,99	4,06

» 2° Pour un même temps (huit heures), l'influence du poids de phosphore introduit est assez complexe, à cause des vitesses différentes de la réaction. En huit heures, la tension persistante est maximum pour 7 grammes environ de phosphore introduit par litre. Les petites quantités (2gr,85) n'éprouvent aucune transformation : c'est ainsi qu'une petite quantité de vapeur se maintient sans condensation partielle si elle est au-dessous de la tension maximum.

» 3° Chauffé moins longtemps, le phosphore ordinaire donne moins de phosphore rouge; mais, pour des masses un peu grandes, c'est surtout dans les premiers moments que la transformation est rapide : au bout de deux heures, 30 grammes par litre ne laissent déjà plus que 5gr,3 de phosphore ordinaire.

» En chauffant plus longtemps, le poids de phosphore ordinaire persistant diminue, mais la transformation est d'autant plus lente qu'on part de plus faibles quantités. D'ailleurs, elle *tend vers une limite* (3gr,6 pour 30 grammes par litre) :

---

(1) Avec 70 ou 100 grammes de phosphore par litre, il y a toujours eu explosion. Le phosphore rouge formé est très-dur et adhère fortement au ballon. On le débarrasse complétement du phosphore ordinaire en le laissant digérer un ou deux jours avec du sulfure de carbone.

t	32h	40h	17h	24h	41h
V.....	475cc,3	458cc,8	390cc,4	443cc,4	554cc,1
P.....	2gr,70	2gr,70	13gr,1	13gr,9	17gr,65
Y.....	2,316	2,146	1,431	1,583	1,973
$\frac{P}{V}$.....	5,68	5,89	33,56	31,28	31,85
$\frac{Y}{V}$.....	4,87	4,68	3,67	3,57	3,56

» 5° Envisagée dans sa marche progressive, la transformation du phosphore ordinaire en phosphore rouge, à 440 degrés, offre une diminution continue, mais de plus en plus lente (1). Elle n'est pas troublée par une perturbation, comme la transformation inverse :

	t	2h	8h	17h	24h	32h	41h
$\frac{P}{V}=$ 2gr,9	$\frac{Y}{V}$.....	»	2gr,9	»	»	»	»
$\frac{P}{V}=$ 5,9	$\frac{Y}{V}$.....	»	5,3	»	»	4gr,9	4gr,7
$\frac{P}{V}=$ 16,0	$\frac{Y}{V}$.....	»	5,0	»	»	»	»
$\frac{P}{V}=$ 30,0	$\frac{Y}{V}$.....	5gr,3	4,0	3gr,7	3gr,6	»	3gr,6

» *Identité des limites en partant des deux états allotropiques.* — Comparons les quantités $\frac{Y}{V}$ de phosphore ordinaire restant dans ces deux cas pour 30 grammes par litre :

Nombre d'heures...............	2h	8h	17h	23-24h	32h	41h	47h
Avec le phosphore rouge........	4gr,75	4gr,4	»	3gr,9	3gr,7	»	3gr,7
Avec le phosphore ordinaire......	5gr,30	4gr,0	3gr,7	3gr,6	»	3gr,6	»

» Les deux séries tendent vers une même limite, 3gr,6 environ. Cette limite se retrouve avec d'autres quantités de phosphore :

(1) Au point de vue théorique, il est important de remarquer que la vitesse de transformation, à un instant donné, dépend non-seulement de la quantité de phosphore ordinaire persistant, mais encore de la quantité de phosphore rouge déjà formé. Ainsi, 6 grammes après huit heures et 30 grammes après deux heures laissent une même quantité 5gr,3 de phosphore ordinaire par litre, mais dans l'une des expériences la transformation est encore bien plus lente que dans l'autre.

» 1° Avec 16 grammes de phosphore rouge, en cinquatre-quatre heures, on a environ $3^{gr},6$;

» 2° Avec 1000 grammes de phosphore rouge, en huit heures, on a déjà $3^{gr},5$ environ;

» 3° Avec $4^{gr},9$, la transformation progresse avec une telle lenteur, qu'on ne peut pas expérimentalement atteindre la limite, mais elle semble peu inférieure à $3^{gr},6$.

» Ces résultats contredisent formellement les conclusions d'un travail de M. Hittorf (*Ann. de Poggendorff*, t. CXXVI, année 1865) : d'après ce savant, le phosphore rouge et le phosphore ordinaire donneraient chacun des tensions de vapeurs distinctes, correspondant pour 440 degrés, à $4^{gr},5$ et 7 grammes par litre. Les expériences de M. Hittorf étaient trop peu nombreuses. Ses résultats numériques, isolés, sont sensiblement identiques aux miens et leur servent de confirmation.

» En résumé, la transformation du phosphore est avant tout un phénomène de tension de vapeur. Sa vitesse est très-différente, suivant les quantités dont on part, et diminue à mesure qu'on se rapproche de la limite. Mais, *quel que soit celui des deux états allotropiques employés, la transformation tend vers une même limite,* environ $3^{gr},6$ de phosphore ordinaire par litre.

» Les résultats très-variés obtenus dans ce travail seront coordonnés, au point de vue de la vitesse des réactions, dans une même loi générale que j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» J'ai exécuté, moi-même, toutes ces expériences à l'École Polytechnique, dans le laboratoire de M. Fremy. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Programme d'une ascension aérostatique, pour observer les étoiles filantes de novembre 1871; par* **M. W. DE FONVIELLE.**

(Commissaires : MM. Becquerel, Regnault, Le Verrier, Dupuy de Lôme.)

« M. Henri Giffard ayant mis à ma disposition un aérostat cubant 650 mètres, et gonflé avec du gaz hydrogène pur, j'ai exécuté, le 15 novembre 1867, à minuit 30 minutes, une ascension qui m'a permis de me rendre compte de l'importance de ces reconnaissances aériennes, et des moyens de les exécuter avec des chances suffisantes de succès.

» Le départ de 1867 n'ayant pu avoir lieu que le lendemain de l'échéance astronomique de cette année, à cause d'un accident survenu dans la préparation du gaz, j'ai été privé de l'avantage d'observer un phénomène qui est resté caché aux astronomes de l'Observatoire de Paris, à cause d'une

épaisse couche de nuages leur dérobant à peu près entièrement la vue du firmament.

» Mais les observations faites en Amérique prouvent que le spectacle était digne des plus grands efforts, je dirai presque des plus grands dangers (1). Toutefois, malgré mon insuccès partiel, j'ai pu observer, depuis minuit 30 minutes jusqu'à $4^h 30^m$, neuf à dix étoiles filantes, qui, je crois, n'ont point été vues à Paris, et j'en aurais aperçu bien davantage sans la présence de la Lune, qui était arrivée à son plein le 12 novembre, et qui jetait, par conséquent, une lumière très-vive dans une direction gênante. Huit des étoiles filantes observées par moi m'ont paru provenir de la constellation du Lion. Elles étaient de couleur blanche, d'un éclat comparable à celui de la Lyre. La dixième, aperçue sur la plage au moment où la nacelle se renversait, poussée par un dernier soubresaut du ballon, était plus pâle que les autres. Cette circonstance pouvait tenir, soit à une plus grande épaisseur d'air, soit aux approches de l'aurore.

» Dans l'expédition de novembre 1871, je me propose de me mettre l'aérostat en position dès le 12 au soir, afin d'être en mesure de partir vers 11 heures, si le vent pousse vers l'est. Si j'étais favorisé par cette chance, je pourrais me trouver en l'air pour assister au lever du Lion.

» Mais si le vent pousse vers l'ouest avec une intensité notable, mon intention est de retarder le départ jusqu'à 2 heures ou $2^h 30^m$ du matin, ce qui ne compromettra point le succès de l'opération, car le récit de l'apparition de 1867 observée en Amérique prouve précisément que la partie intéressante du phénomène pourrait commencer, comme il y a quatre ans, même après 4 heures du matin.

» Au 15 novembre 1867, je n'avais point encore essayé de conduire moi-même les ballons, et, sans la hardiesse avec laquelle M. Jules Godard, qui dirigeait l'aérostat, a procédé à une descente rapide, nous allions infailliblement nous perdre dans la mer du Nord.

» Les enseignements de mon ascension ayant été méconnus pendant le siége de Paris, je ne me croirai point autorisé à imiter une négligence contre laquelle j'ai inutilement mais énergiquement protesté.

» Je le pourrais d'autant moins que je compte m'élever à une altitude de 3000 mètres, au lieu de me borner à 800 mètres, comme j'ai cru prudent de le faire en novembre 1867.

---

(1) *Voir* la Note de M. Wolff, p. 852, t. LXV des *Comptes rendus*, et la Lettre de M. Gaillard, p. 1039, même volume.

» En outre, les conditions astronomiques sont toutes différentes, en ce sens que la Lune, qui était pleine le 12 novembre 1867, sera nouvelle le 12 novembre 1871. Or il est impossible de ne point se rappeler que les dates fatales des grandes catastrophes aéronautiques du siége de Paris sont les renouvellements de la Lune qui ont eu lieu les 23 novembre 1870 et 21 janvier 1871.

» L'absence totale de Lune, si favorable aux observations astronomiques, n'est point sans être gênante pour les opérations aéronautiques; mais, en prenant les précautions indiquées ci-dessus, je suis certain que toutes les chances de danger se trouvent radicalement éliminées. J'ai donc pu offrir de m'accompagner à une personne qui n'est point inconnue de l'Académie; et cette personne a bien voulu accepter.

» Si le vent était trop fort, il conviendrait de remettre l'ascension au lendemain, et elle aurait lieu de la même manière, avec les mêmes précautions.

» Mon ascension aura pour but d'étudier l'ensemble des caractères physiques des phénomènes; mais, d'après un avis que m'a donné, il y a déjà quelque temps, M. Alexandre Herschell, je me préoccuperai spécialement de la partie de la voûte céleste dans laquelle le radiant est supposé se trouver. J'aurai naturellement à reconnaître si les trajectoires des étoiles peuvent réellement être considérées comme émanant du radiant. Enfin je me préoccuperai d'une étude qui n'a point donné jusqu'à ce jour de résultats à terre, celle des bruits auxquels la dislocation des corpuscules célestes peut donner lieu. Ne serait-il pas possible d'augmenter la sensibilité de l'ouïe à l'aide d'appareils acoustiques convenablement disposés? Ne pourrait-on répéter l'expérience de l'académicien russe Sakharoff, qui avait emporté dans sa grande ascension de 1803 un porte-voix vertical et observait le temps que l'onde sonore produite par la terre, faisant écho, mettait à revenir? De quelle nature sont les renseignements que l'on peut ainsi recueillir sur la surface invisible défilant au nadir de l'aérostat? N'est-il point sage d'employer un instrument spécial pour la production du son?

» S'il tombe des poussières, pourquoi ne seraient-elles point reçues par l'hémisphère supérieure de l'aérostat? Qui empêche d'augmenter l'adhérence de ces alluvions aériennes en arrosant le ballon gonflé avec de la glycérine? Quel inconvénient y aurait-il à analyser micrographiquement l'aérostat après la descente, avant de le plier? Ne pourrait-on pas prélever alors des échantillons, sans produire des traces difficiles ou dispendieuses à boucher? Évidemment cette méthode nouvelle donnerait des résultats bien plus pré-

cieux sur les combustions aériennes, si elle avait lieu le plus près possible de la verticale des régions où la combustion a été la plus active, et quand il se serait écoulé un temps suffisant pour que les poussières aient eu le temps de descendre.

» J'ose espérer que l'Académie, qui a donné tant de preuves de sa sollicitude pour le progrès de la navigation aérienne pratique, daignera procéder à la nomination d'une Commission chargée de surveiller l'organisation de cette expédition, et de me guider dans les questions importantes qui se trouvent ainsi soulevées. »

« **M. Regnault** fait remarquer qu'il a eu l'occasion, à plusieurs reprises, d'organiser des appareils pour les observations à faire dans les ascensions aérostatiques. Il a reconnu qu'il fallait, avant tout, simplifier le travail des aéronautes et diminuer autant que possible les observations à inscrire. En un mot, selon lui, l'occupation principale de l'observateur doit être de conduire ou de surveiller continuellement la marche de l'aérostat. Les données scientifiques doivent, autant que possible, être fournies par des appareils enregistreurs, ou, ce qui est plus simple et beaucoup plus sûr, à l'aide d'appareils sur lesquels l'opérateur n'a à faire qu'une manœuvre très-simple, comme la fermeture d'un robinet.

» M. Regnault a décrit en 1862 (*Annales de Physique et de Physique*, 3e série, t. LXIV, p. 229) la disposition qu'il propose pour déterminer les températures et les pressions dans les ascensions aérostatiques. Elle n'exige que la fermeture simultanée de deux robinets, à un moment convenablement choisi par l'observateur. Cette Note donne des indications très-précises sur la manière d'opérer; M. Regnault se borne à y renvoyer les personnes que ce sujet intéresse. »

« **M. Élie de Beaumont** fait observer que, parmi les instruments dont se munirait l'observateur dans une ascension scientifique de ce genre, le cercle à réflexion serait peut-être l'un des plus utiles. Quant à l'usage de l'instrument lui-même, il n'offrirait pas plus de difficultés qu'à bord d'un navire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la loi de l'évolution similaire des phénomènes météorologiques;* Lettre de **M. A. Poëy** à M. Élie de Beaumont.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Jurien de la Gravière.)

« On remarque constamment une similitude de causes et d'effets dans tous les phénomènes atmosphériques et terrestres, qui se trouvent sous la dé-

pendance, soit de la rotation diurne de la Terre, soit de sa translation annuelle. Depuis 1869, je me suis appliqué à étudier cet ordre de manifestations, lesquelles, par leur généralité, semblent devoir constituer une vraie loi, que l'on pourrait dénommer *la loi de l'évolution similaire des phénomènes météorologiques*.

» D'après cette loi, la plupart des phénomènes, que l'on observe dans les vingt-quatre heures de la journée, se reproduisent également dans les douze mois de l'année, et même dans une période séculaire encore indéterminée. Leur nature et leurs effets obéissent aux mêmes causes physiques dans ces trois périodes. C'est le temps et l'époque, qui seules caractérisent et affectent l'ensemble des phénomènes physiques du globe. Voici, en résumé, la confirmation de ce principe fondamental.

» *Pression atmosphérique.* — L'oscillation barométrique diurne offre deux maxima et deux minima, qui constituent les marées atmosphériques.

Oscillation diurne.	Oscillation annuelle.
— de 4 h. à 5 h. matin..........	+ en hiver.
+ de 9 h. à 10 h. matin..........	— au printemps.
— de 4 h. à 5 h. soir...........	+ en été.
+ de 10 h. à 11 h. soir...........	— en automne.

» On remarque seulement que les signes des deux oscillations sont renversés : que la marée minimum diurne, par exemple, de 4 heures du matin, coïncide avec le plus grand froid de la journée, tandis que c'est la marée maximum annuelle, qui concorde avec l'hiver, et ainsi de suite. On observe un renversement analogue dans le vent, comme on le vera plus loin, en comparant sa rotation diurne à sa rotation annuelle.

» *Température atmosphérique.* — Sous une latitude quelconque la température atmosphérique atteint chaque jour son minimum avant et quelquefois après le lever du Soleil et son maximum, deux heures environ après le passage du Soleil au méridien ou au zénith. La Havane, par exemple, située presque à la limite du tropique du Cancer, a deux fois par an le Soleil à son zénith, du 11 au 12 juin, au 30 juin ou 1er juillet, suivant les années. Dans ce double passage du Soleil au zénith, sa chaleur angulaire ayant acquis sa plus grande élévation, le maximum de température ne coïncide pas cependant avec le solstice d'été, car il n'a lieu que de quinze jours à un mois et demi après son second passage. A Paris ce maximum tombe, d'après Bouvard, le 15 juillet. L'abaissement diurne de température, qui précède ou qui suit de près le lever du soleil, se retrouve encore dans le

refroidissement du milieu du mois de mai, vulgairement connu en France par les *trois Saints de glace*, phénomène cosmique qui s'étend jusqu'à la zone équatoriale et sous l'hémisphère austral, et dont l'étude dans ces dernières régions a été complétement négligée. Il ne paraît pas exister d'autre différence entre ces deux refroidissements périodiques, que celle qui correspond respectivement entre une révolution diurne et une révolution annuelle de la Terre, cette dernière agissant sur une étendue, sur une masse de vapeur d'eau et sur un rayonnement bien plus considérables et puissants. Le Soleil, dans son rapprochement et dans son éloignement du tropique du Cancer, occasionne encore l'été nommé de la *Saint-Jean*, qui s'étend également sur les deux hémisphères. Cet été, dans la zone torride, est d'un grand bienfait aux cultures. La Saint-Jean précède ici toujours la grande saison des pluies et elle est aussi précédée par une petite période pluvieuse qui termine la grande saison de sécheresse, lesquelles constituent dans la zone équatoriale les seules deux saisons de l'année. On retrouve également ce petit été de la Saint-Jean dans le faible accroissement de la température atmosphérique, qui précède dans la journée le passage du Soleil au méridien, du moins dans la zone équatoriale. Ce réchauffement est encore précédé par quelques pluies légères vers 10 heures et 11 heures du matin, et suivi finalement de la grande chaleur vers deux heures du soir et des pluies torrentielles de l'après-midi. En résumant les effets de la chaleur et de la pluie influencés par la rotation et par la translation de la Terre, nous avons de part et d'autre les mêmes phénomènes reproduits sous les mêmes circonstances atmosphériques, ainsi qu'il suit.

Dans la rotation diurne de la Terre.	*Dans la rotation annuelle de la Terre.*
Minimum de température au lever du Soleil, petite pluie avant midi, élévation de la température avant midi (avant le passage du Soleil au méridien), maximum de chaleur à 2 heures, puis grandes pluies et orages à partir de 3 heures du soir.	Refroidissement du milieu de mai, petite période de pluie, été de la Saint-Jean (avant le passage du Soleil au zénith au solstice d'été), maximum de température en juillet, puis saison des fortes pluies en août et septembre.

» *Humidité atmosphérique.* — L'humidité relative et la tension de la vapeur d'eau de l'atmosphère suivent une marche inverse, et cette marche, aussi bien que l'inversion diurne de ces deux éléments, se reproduit dans la distribution annuelle sous l'influence de la Terre. Ainsi, l'humidité relative offre un maximum au lever du Soleil, qui coïncide avec l'heure la plus froide, et un minimum dans l'après-midi, qui correspond à l'heure la plus chaude de la journée, pendant que la tension de la vapeur d'eau se

présente inversement. Dans la distribution annuelle on observe la même loi : l'humidité relative est à son maximum en hiver, de décembre à janvier, et la tension à son minimum; tandis qu'en été, de juillet à août, la première est à son minimum et la seconde à son maximum. Cette répartition de la vapeur d'eau est générale pour toutes les latitudes, sauf quelques exceptions purement orographiques, principalement dans l'Inde.

» *Vents.* — La différence de température entre l'eau et la terre, ou les vallées et les montagnes, donne naissance à un double courant périodique qui chemine pendant le jour de la région froide des eaux à la région chaude de la terre (brise de mer), et inversement durant la nuit (vent de terre); ou, encore, le flux ascendant (brise de jour) et le reflux descendant (brise de nuit) des vallées et des montagnes. Le même phénomène a lieu sous l'influence de la rotation annuelle de la Terre : en été, les continents sont plus chauds, et plus froids en hiver, que les eaux qui les avoisinent. Les vents de mer (brises de mer diurnes) dominent pendant la saison chaude, et les vents de terre (vents de terre diurnes) pendant la saison froide. En outre, à mesure que la déclinaison du Soleil, à une latitude donnée, devient plus boréale, les vents tournent à l'est, et à l'ouest lorsque sa déclinaison est plus australe. Le jour, les vents ont une tendance au nord et la nuit au sud, par rapport à la révolution diurne de la Terre. Il en est de même par rapport à sa révolution annuelle, car, quand le Soleil se montre sous l'hémisphère austral, les vents du nord dominent, et, lorsqu'il est sous l'hémisphère boréal, les vents du sud deviennent prépondérants. L'alizé du sud-est empiète même, dans la première position, sur notre hémisphère, et l'alisé du nord-est, sur l'hémisphère austral, dans le second cas. La position angulaire que la Terre accuse dans l'espace vis-à-vis du Soleil dans son double mouvement imprime encore au vent une *rotation diurne et annuelle* qui modifie à son tour l'ensemble des phénomènes atmosphériques. Voici le sens de ces deux rotations dans notre hémisphère, lesquelles sont inverses dans l'hémisphère du sud :

Rotation diurne du vent.	Rotation annuelle du vent.	
S. la nuit.................	N.-N.-O. à	N.-E. (N.) l'hiver.
O. le matin................	E.-N.-E.	S.-E. (E.) le printemps.
N. la journée..............	E.-S.-E.	S.-O. (S.) l'été.
E. le soir.................	O.-S.-O.	N.-O. (O.) l'automne.

» On observe, dans la rotation du vent, comme dans les marées barométriques, un renversement de signes entre l'effet diurne et l'effet annuel.

Dans une Note adressée à l'Académie en 1864 (1), j'ai démontré, d'après les observations horaires faites à l'Observatoire de la Havane, que toutes les couches de nuages obéissent à la loi de la rotation des vents formulée par M. Dove, fait qui n'a pas encore fixé l'attention des observateurs, et que cependant j'ai eu l'occasion de confirmer l'année passée à San-Francisco, en Californie, quoique bien moins sensible qu'à la Havane. »

M. A. Tripier soumet au jugement de l'Académie une Note relative aux perfectionnements que comporte la fabrication des appareils d'induction voltaïque, dans la pratique médicale.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. Hutchins adresse une Note relative à un mode de traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Brachet adresse deux nouvelles Notes relatives à ses obturateurs solido-fluides des radiations ultra-violettes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Prévost adresse une Note relative à sa précédente Note sur le *postulatum* d'Euclide.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Préfet de la Seine et **M. le Préfet de Police** sollicitent de l'Académie, l'un pour la bibliothèque municipale, l'autre pour la bibliothèque de la Préfecture, toutes deux détruites par l'incendie, l'envoi des ouvrages dont elle pourrait disposer.

Ces pièces sont renvoyées à la Commission administrative.

M. le Président fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Herrgott*, d'une « Notice sur le professeur Küss, maire de Strasbourg, représentant du Bas-Rhin », lue à la séance annuelle de la Société de Médecine de Strasbourg, le 6 juillet 1871.

---

(2) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 669.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Résal* portant pour titre « Application de la mécanique à l'horlogerie » ;

2° Un fascicule de l'*Annuaire de l'Observatoire physico-météorique de la marine*, publié en langue espagnole par M. *A. Poëy;*

3° Un « Rapport sur l'influence des agents climatologiques, atmosphériques et terrestres », publié en langue anglaise par M. *A. Poëy;*

4° Une brochure de M. *Lartigue*, intitulée « Origine des courants d'air principaux ».

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes récemment découvertes*. Lettres de **MM. Luther** et **Peters**, communiquées par M. Le Verrier.

Lettre de M. Luther.

« Bilk-Düsseldorf, le 26 septembre 1871.

» J'ai l'honneur de vous communiquer quelques observations de ma nouvelle planète (117), à laquelle M. le Dr E. Becker, à Neuchâtel, a donné le nom de *Peitho*, selon une proposition antérieure de M. le Directeur G. Rümker, à Hambourg (nous ne laissons subsister que l'observation du 20, les observations antérieures ayant été publiées) :

	Temps moyen de Bilk-Düsseldorf.	Ascension droite en temps.	Déclinaison australe.	11e grandeur.
Sept. 20........	$10^h 10^m 50^s,0$	$0^h 5^m 7^s,25$	$-4°42'10'',5$	15 comp. »

Lettre de M. Peters.

« Clinton, Oneida C°, le 11 septembre 1871.

» Voici trois observations d'une nouvelle planète trouvée dans la nuit du 8 septembre :

	Temps moyen de Hamilton College.	Æ (116).	Déclinaison (116).
	h m s	h m s	
Sept. 8............	15.33.34	0.14. 6,51	$-3°.44'.38'',0$
» 9............	11.47.31	0.13.30,3	$-3.48.48$
» 10............	12.38. 3	0.12.41,7	$-3.54.12$

dont les deux dernières sont incomplètes faute d'une connaissance exacte des étoiles de comparaison. La planète est de 11e grandeur, peut-être un peu plus brillante. »

Nota. — La planète ainsi trouvée dès le 8 septembre, est la même que celle que M. Luther a trouvée le 23 septembre, d'une façon indépendante.

ASTRONOMIE. — *Détermination de l'orbite de la planète* (117) Lomia. Note de **M. F. Tisserand**, présentée par M. Delaunay.

« Les observations qui ont servi de base aux calculs sont celles du 12 septembre faite à Marseille, du 17 septembre faite à Paris avec le grand Cercle méridien, et du 24 septembre; cette dernière observation a été effectuée au grand équatorial de l'Observatoire. Il est inutile de rapporter ici ces observations, qui sont imprimées dans les deux derniers *Comptes rendus*. Voici les résultats du calcul :

Époque : 1871, septembre, 18,0 temps moyen de Paris. Équinoxe moyen de 1871,0.

$$L = 0^\circ.\ 38'.\ 34'',4$$
$$M = 219.\ 46.\ 36,5$$
$$\pi = 140.\ 51.\ 57,9$$
$$\Omega = 350.\ 24.\ 14,8$$
$$i = 17.\ 29.\ 45,5$$
$$\varphi = 3.\ 23.\ 16,5$$
$$\log a = 0,476,648$$
$$\mu = 683'',97$$

» Pour vérifier le calcul, j'ai déduit des éléments précédents les positions de la planète, pour les époques des trois observations; l'accord a été très-satisfaisant; une différence seule est de 0'',6, et les autres de 0'',1 ou 0'',2.

» Avec ces éléments, j'ai calculé l'éphéméride suivante, pour minuit moyen de Paris :

1871.	Ascension droite apparente.	Déclinaison.	Log Δ.
	h m s	° ′	
Octobre 2	23.31. 4	+0.58,3	0,3341
» 4	23.29.24	+0.56,3	0,3358
» 6	23.27.48	+0.54,6	0,3376
» 8	23.26.15	+0.52,9	0,3397
» 10	23.24.46	+0.51,5	0,3420
» 12	23.23.20	+0.50,2	0,3444
» 14	23.21.59	+0.49,2	0,3471
» 16	23.20.43	+0.48,4	0,3499
» 18	23.19.31	+0.47,8	0,3529
» 20	23.18.24	+0.47,6	0,3560
» 22	23.17.21	+0.47,6	0,3593 »

ASTRONOMIE. — *Sur un nouvel instrument équatorial.* Note de **M. Lœwy**, présentée par M. Delaunay.

« La fatigue qu'éprouvent les observateurs par le maniement des équatoriaux, la perte de temps qui en est la conséquence et la complication des mécanismes ont toujours vivement préocupé les astronomes. Dans l'emploi des instruments de grande dimension surtout, ces inconvénients sont très-sensibles et deviennent, dans une certaine mesure, nuisibles au but que l'on désire atteindre.

» Un astronome dont l'attention a été divisée et absorbée par une multitude de petites opérations indépendantes de l'observation sent bien plus rapidement venir la lassitude, son œil fatigué ne distingue plus que très-imparfaitement les astres faibles, d'où résultent des erreurs accidentelles assez fortes et une grande perte de temps.

» Les observations aux grands instruments s'effectuent généralement, il est vrai, par le concours de deux astronomes : l'un observe, et le second assiste. Malgré cela, bien des inconvénients persistent encore : c'est ainsi que l'observateur, contraint de changer à tout instant de position pour suivre la trajectoire de l'oculaire, est souvent exposé à prendre les positions les plus incommodes; aussi plusieurs projets ont-ils été mis en avant, surtout par des astronomes français, pour faire disparaître ces difficultés.

» La première solution a été obtenue pour les instruments uniquement destinés à la recherche des planètes et comètes; dans ce cas, en effet, le problème est plus simple, il n'est pas nécessaire de donner aux mécanismes la solidité que réclame la mesure précise de la position des astres.

» Le chercheur de M. Y. Villarceau, construit pour l'Observatoire de Lima, se prête avec une grande facilité à l'exploration du ciel, mais cet appareil, tout en réalisant une amélioration notable, oblige encore l'observateur à pivoter autour d'un point pendant le cours de son travail. De plus, la lunette de ce chercheur ne se trouvant soutenue qu'à l'une de ses extrémités, on ne peut utiliser des lunettes à fortes distances focales. L'exécution de cet instrument ne saurait dépasser certaines limites de grandeur.

» Le but que je me propose, à l'aide de la nouvelle construction que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est très-général. J'ai cherché, en effet, à réaliser un instrument plus stable que les équatoriaux en usage, et dont la disposition permît à l'astronome d'explorer le ciel tout entier et de régler sans nul dérangement tous les mouvements de l'appareil. Le mécanisme est des plus simples et ne nécessite pas l'emploi de ces coupoles monumentales dont l'établissement et l'entretien sont si coûteux.

» Dans la pensée de Léon Foucault, le sidérostat était destiné à remplir les conditions réclamées de facilité et de précision.

» Je vais indiquer ici les raisons qui me paraissent rendre le sidérostat impropre à l'exécution des recherches équatoriales usuelles :

» 1° Le sidérostat ne permet pas d'étudier toutes les parties du ciel;

» 2° L'angle du miroir avec les rayons incidents étant variable, la quantité de lumière réfléchie sur l'objectif n'est pas la même dans toutes les directions : le pouvoir optique de la lunette se trouve donc plus ou moins amoindri dans diverses régions du ciel;

» 3° La variabilité de la direction du mouvement diurne dans la lunette immobile rend impraticables la mesure des différences en ascension droite et l'étude des étoiles doubles : le sidérostat, tout en restant un instrument précieux pour des recherches importantes, ne se prête nullement, comme on le voit, à nos études usuelles.

» Voici maintenant les principes de construction du nouvel instrument : l'axe polaire est supporté à ses deux extrémités par deux piliers, et, comme dans l'instrument méridien, la lunette tourne entre les deux coussinets de l'axe. Cette lunette est brisée à angle droit, et, à l'aide d'un prisme ou d'un miroir, elle renvoie la lumière dans un des tourillons percés de l'axe polaire, où le micromètre d'observation se trouve installé. Les choses étant dans cet état, pendant que l'instrument tourne autour de son axe, l'astronome voit passer devant ses yeux les astres de l'équateur. Ajoutons maintenant, en avant de l'objectif, un miroir plan incliné à 45 degrés et formant corps avec le cercle de déclinaison; ce miroir en tournant autour de l'axe de figure de la lunette, amène dans le plan focal les images des étoiles situées dans le cercle horaire perpendiculaire à cet axe.

» On voit aisément que, par suite de cette disposition, l'observateur est à même d'explorer toutes les régions de l'espace, sans quitter son siége.

» La perte de lumière provenant des deux réflexions est une faible quantité constante, indépendante de la direction dans laquelle on observe. Grâce aux perfectionnements apportés par MM. Foucault et Martin dans la confection des miroirs plans, la diminution de la quantité de lumière ne dépassera pas environ 15 pour 100.

» Lorsque l'on passe de l'observation d'un astre à l'étude d'un corps céleste placé sur un autre parallèle, on détermine la nouvelle direction du mouvement diurne dans la lunette en tournant le micromètre d'un angle égal à la différence de déclinaison des parallèles. Toutes les observations se font donc dans des conditions excellentes et de facilité et de précision.

» Pour échapper à l'inconvénient des coupoles tournantes, le découvreur de planètes et de comètes retire son instrument de la cabane qui l'abrite et se trouve pendant toute la durée de son investigation exposé aux intempéries du climat. On voit que, dans notre cas, toutes les études se feront à couvert et dans les mêmes conditions que les observations méridiennes. La disposition de l'appareil présente également un avantage sérieux pour les recherches spectroscopiques et photographiques.

» M. le directeur de l'Observatoire a bien voulu adopter ce principe pour la construction d'un équatorial de $3^m,55$ de distance focale et de 9 pouces d'ouverture. Par la faible perte de lumière provenant des appareils de réflexion auxiliaires, l'effet de l'objectif de 9 pouces sera équivalent à celui d'une lentille de même nature et de plus de 8 pouces de diamètre.

» L'avenir nous apprendra si, avec ces conditions nouvelles de stabilité, l'instrument pourra se prêter à la comparaison des astres séparés par des distances notables. »

ANALYSE. — *Sur la classification des groupes primitifs;* par **M. C. Jordan.**

« Nous dirons qu'un groupe primitif est de la classe N, si celle de ses substitutions qui déplace le moindre nombre de lettres (la substitution 1 étant exceptée) en déplace précisément N.

» D'après cette définition, il n'y aura pas de classe 1. La classe 2 sera formée des groupes symétriques, et la classe 3 des groupes alternés de tous les degrés. Mais chacune des autres classes ne contiendra que des groupes dont le degré soit inférieur à une certaine limite Λ (*voir* notre Communication en date du 26 juin 1871). *Le nombre de ces groupes sera donc lui-même limité,* résultat qui justifie notre classification.

» La détermination des groupes primitifs contenus dans chaque classe est un problème des plus difficiles, et il n'y a guère d'espoir d'arriver à le résoudre d'une manière générale. Nous possédons bien une méthode certaine pour atteindre ce but lorsque la valeur de N est donnée, mais cette méthode exige des tâtonnements tellement multipliés, qu'elle devient promptement impraticable. Elle nous a cependant donné, au prix de calculs très-laborieux, les résultats suivants.

» I. La classe 4 contient six groupes primitifs :

» 1° Le groupe linéaire de degré 5, dont les substitutions ont la forme

$$| \ x \quad ax + \alpha \ | \quad (\text{mod. } 5),$$

et dont l'ordre est 5.4;

» 2° Le groupe formé des substitutions $| x \quad \pm x + \alpha |$, contenu dans le précédent, et dont l'ordre est 5.2;

» 3° Le groupe linéaire fractionnaire de degré 6, dont les substitutions ont la forme

$$\left| x \quad \frac{ax+\alpha}{bx+\beta} \right| \pmod{5},$$

et dont l'ordre est 6.5.4;

» 4° Le groupe d'ordre 6.5.2 contenu dans le précédent, et formé de celles de ses substitutions pour lesquelles $a\beta - b\alpha$ est résidu quadratique de 5;

» 5° Le groupe de 7 lettres formé des substitutions linéaires

$$| x, y, z, \quad ax + by + cz,\ a'x + b'y + c'z,\ a''x + b''y + c''z | \pmod{2},$$

les indices x, y, z variables de 0 à 1 (mod. 2) n'étant pas nuls à la fois; l'ordre de ce groupe est égal à 7.6.4;

» 6° Le groupe de 8 lettres d'ordre 8.7.6.4, obtenu en ajoutant aux précédentes lettres celle dont les indices sont tous nuls, et adjoignant aux substitutions précédentes celles de la forme

$$| x, y, z, \quad x + \alpha,\ y + \alpha',\ z + \alpha'' | \pmod{2}.$$

» II. La classe 5 ne contient qu'un seul groupe d'ordre 5, et formé des substitutions $| x \quad x + \alpha |$ (mod. 5).

» III. La classe 6 contient dix groupes primitifs, à savoir :

» 1° Le groupe linéaire $| x \quad ax + \alpha |$ (mod. 7), d'ordre 7.6;

» 2° et 3° Les groupes respectivement formés par celles des substitutions précédentes où a est résidu quadratique ou cubique de 7. Ils ont pour ordre 7.3 et 7.2;

» 4° Le groupe linéaire fractionnaire $\left| x \quad \frac{ax+\alpha}{bx+\beta} \right|$ (mod. 7), dont l'ordre est 8.7.6;

» 5° Le même groupe, réduit à celles de ses substitutions pour lesquelles $a\beta - b\alpha$ est résidu quadratique de 7, ce qui réduit son ordre à 8.7.3;

» 6° Le groupe de degré 8 et d'ordre 8.7.3 formé des substitutions

$$| x \quad ax^{2^\rho} + \alpha | \pmod{2},$$

où ρ est un entier réel, et a, α ainsi que l'indice x des entiers complexes formés avec la racine de la congruence irréductible $i^3 + i + 1 \equiv 0$ (mod. 2);

» (Posant $x = y + iz + i^2 u$, on voit aisément que les substitutions pré-

cédentes remplacent chacun des indices réels y, z, u par des fonctions linéaires de ces mêmes indices. Le groupe ci-dessus est donc contenu dans le groupe linéaire de degré 2^3. Une observation analogue s'applique à tous ceux des groupes suivants dont l'expression contient des imaginaires.)

» 7° Le groupe de degré 9 et d'ordre 9.8.2 formé des substitutions

$$\left| x \quad ax^{3^\rho} + \alpha \right| \pmod{3},$$

où ρ est un entier réel, et a, α et x des entiers complexes formés avec la racine j de la congruence $j^2 + 1 \equiv 0 \pmod{3}$;

» 8° Le groupe précédent, réduit à celles de ses substitutions, en nombre 9.8, pour lesquelles a est résidu quadratique de 3;

» 9° Le groupe linéaire de degré 3^2 et d'ordre 9.8.6, formé des substitutions

$$\left| x, y \quad ax + by + \alpha, \quad a'x + b'y + \alpha' \right| \pmod{3};$$

» 10° Le groupe précédent, réduit à celles de ses substitutions pour lesquelles $ab' - a'b$ est résidu quadratique de 3.

» IV. La classe 7 contient trois groupes primitifs, à savoir :

» 1° Le groupe linéaire d'ordre 7 $|x \quad x + \alpha| \pmod{7}$;

» 2° Le groupe de 8 lettres et de degré 8.7, formé des substitutions $|x \quad ax + \alpha| \pmod{2}$, où a, α, x sont des entiers complexes formés avec l'imaginaire i, racine de la congruence $i^3 + i + 1 \equiv 0 \pmod{2}$;

» 3° Le groupe de 9 lettres et d'ordre 9.8.7, formé des substitutions fractionnaires

$$\left| x \quad \frac{ax + \alpha}{bx + \beta} \right| \pmod{2},$$

a, α, b, β, x étant des entiers complexes formés avec i, et la valeur $x = \infty$ étant admise.

» V. La classe 8 contient treize groupes primitifs :

» 1° Le groupe d'ordre 9.8, formé par les substitutions

$$\left| x \quad ax + \alpha \right| \pmod{3},$$

où a, α, x sont des entiers complexes formés avec j;

» 2° Le groupe d'ordre 9.4, formé par celles des substitutions précédentes pour lesquelles a est résidu quadratique de 3;

» 3° Le groupe d'ordre 10.9.8, formé des substitutions

$$\left| x \quad \frac{ax + \alpha}{bx + \beta} \right| \pmod{2},$$

a, α, b, β, x étant des entiers complexes formés avec j, et x pouvant devenir infini;

» 4° Le même groupe, avec la condition $a\beta - b\alpha$ résidu quadratique de 3, ce qui réduit son ordre à 10.9.4;

» 5° Le groupe de degré 11 et d'ordre 11.10.3.2, dérivé des substitutions suivantes :

$$s = (ab)(cd)(ef)(gh), \quad s_1 = (bx)(cf)(eh)(gd),$$
$$s_2 = (yx)(bc)(ad)(gh), \quad s_3 = (zy)(ef)(ch)(gd):$$

ce groupe est celui de l'équation du 11ᵉ degré, réduite de l'équation modulaire du 12ᵉ, dont Galois avait établi l'existence;

» 6° Le groupe de degré 10 et d'ordre 10.3.2, dérivé des substitutions s, s_1, s_2;

» 7° Le groupe 5 fois transitif de M. Mathieu, de degré 12 et d'ordre 12.11.10.9.8. Il est dérivé des substitutions

$$T = (acbd)(egfh), \quad T_1 = (aebf)(chdg),$$
$$U = (bx)(ce)(gf)(dh), \quad U_1 = (yx)(cd)(fh)(ge),$$
$$U_2 = (zy)(ef)(cg)(dh), \quad U_3 = (uz)(hg)(df)(ec);$$

» 8°, 9° et 10° En supprimant dans le groupe précédent d'abord la substitution U_3, puis U_2, puis U_1, on obtiendra trois nouveaux groupes, respectivement 4, 3, 2 fois transitifs, et d'ordres 11.10.9.8, 10.9.8, 9.8;

» 11° Le groupe de degré 13 et d'ordre $\frac{26.24.18}{2}$ formé des substitutions linéaires

$$| x, y, z, \quad ax + by + cz, \; a'x + b'y + c'z, \; a''x + b''y + c''z \; | \; (\text{mod.} \, 3),$$

où l'on ne considère que les rapports mutuels des indices x, y, z;

» 12° Le groupe linéaire de degré 15

$$| x, \; y, \; z, \; u, \quad ax + by + cz + du, \; \ldots \; | \; (\text{mod.} \, 2),$$

dont l'ordre est 15.14.12.8;

» 13° Le groupe linéaire de degré 16

$$| x, \; y, \; z, \; u, \quad ax + by + cz + du + \alpha, \; \ldots \; | \; (\text{mod.} \, 2).$$

» VI. La classe 9 ne contient *aucun* groupe primitif.

» VII. La classe 10 en contient cinq :

» 1° Le groupe linéaire $| x, \quad ax + \alpha | \; (\text{mod.} \, 11)$;

» 2° et 3° Le même groupe, avec la restriction que a soit un résidu quadratique, ou un résidu de 5ième puissance par rapport à 11;

» 4° Le groupe linéaire fractionnaire $\left| x \quad \frac{ax+\alpha}{bx+\beta} \right|$ (mod. 11);

» 5° Le même groupe avec la restriction que $a\beta - b\alpha$ soit résidu quadratique de 11.

» VIII. La classe 11 en contient un seul, d'ordre 11 et formé des substitutions $| x, \quad x+\alpha |$ (mod. 11).

» La comparaison des résultats obtenus pour les classes 5, 7 et 11, et d'autres résultats analogues que nous avions obtenus pour les classes 13 et 17, nous a mis sur la voie du théorème suivant :

THÉORÈME. — *Si le nombre premier p n'est pas de la forme* $2^n - 1$, *la classe p ne contiendra qu'un seul groupe, formé des substitutions*

$$| x, \quad x+\alpha | \text{ (mod. } p).$$

Si p est de la forme $2^n - 1$, *la classe p contiendra trois groupes, à savoir le précédent, et ceux qui sont respectivement formés des substitutions linéaires*

$$| x, \quad ax+\alpha | \text{ (mod. 2)},$$

et des substitutions linéaires fractionnaires

$$\left| x \quad \frac{ax+\alpha}{bx+\beta} \right| \text{ (mod. 2)},$$

x, a, α, b, β *étant des entiers complexes formés avec la racine i d'une congruence irréductible de degré n par rapport au module* 2.

» La démonstration de ce théorème se déduit presque immédiatement d'une recherche beaucoup plus générale, qui fera l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la vitesse de la lumière.* Note de **M. A. Cornu.**

« La connaissance de la valeur exacte de la vitesse de la lumière permettrait, comme on sait, à l'astronomie de déduire directement de la mesure de l'aberration, la valeur de la parallaxe du Soleil, et, par suite, les dimensions absolues de l'orbite terrestre. La parallaxe du Soleil n'est pas encore connue avec toute la précision désirable, et c'est pour en déterminer la valeur, que les astronomes de tous les pays se préparent en ce moment à observer le prochain passage de Vénus sur le Soleil.

» L'observation des éclipses des satellites de Jupiter (Rœmer) donne, il est vrai, une valeur satisfaisante de la vitesse de la lumière; toutefois, on sait qu'elle présente une cause d'erreur provenant de la différence d'éclat des satellites, à leur distance maximum ou minimum de la Terre.

» Il est est donc du plus haut intérêt, pour l'astronomie, de demander à la physique une mesure certaine de la vitesse de la lumière, comme contrôle des observations, et au besoin comme constante fondamentale.

» Grâce aux travaux de M. Fizeau, et un peu plus tard à ceux de Foucault, l'optique est assez avancée pour fournir une solution complète, et même une double solution du problème. La méthode de M. Fizeau, la première en date (1849), a été donnée à une époque où l'on regardait comme impossible la manifestation de la lumière à la surface de la Terre; elle fit une grande impression comme démonstration qualitative, mais malgré les prévisions de l'auteur on hésitait à lui demander une valeur exacte de cette vitesse. La seule détermination directe, faite en vue de la discussion des données astronomiques, n'a été obtenue que dans ces derniers temps avec la seconde méthode, fondée sur l'emploi du miroir tournant de M. Wheatstone, par Léon Foucault. On sait que cette expérience, dont le principe est d'Arago, avait été donnée uniquement comme expérience qualitative, dans le but de trancher entre le système de l'émission et celui des ondulations : l'ingénieux physicien a su en tirer une vraie méthode, son résultat (298000 kilomètres par seconde) fut immédiatement mis à profit par les astronomes; par comparaison avec la valeur de l'aberration de Struve (20″,445), on en déduisit, pour la parallaxe du Soleil, le nombre 8″,86, qui s'accorde avec les meilleures observations des passages de Vénus.

» Malgré cette concordance, la question est trop importante pour qu'on ne cherche pas à contrôler cette valeur de la vitesse de la lumière par une autre méthode, d'autant que le résultat de Foucault (298000 kilomètres) et celui qu'on déduit des éclipses des satellites de Jupiter (312000) diffèrent d'une quantité notable. Il est donc nécessaire de faire une détermination avec la méthode de M. Fizeau, dont le principe très-simple est le suivant : on lance un rayon de lumière entre les dents d'une roue dentée, et on le fait réfléchir à une très-grande distance, de manière à le ramener exactement au point de départ; si le mouvement de rotation imprimé à la roue est convenablement rapide, la lumière au retour rencontre une dent au lieu d'un vide, et se trouve arrêtée : pour une vitesse double, la lumière rencontre le vide suivant et passe de nouveau; et ainsi de suite alternativement.

» En mesurant avec soin la vitesse de la roue dentée correspondant à la disparition et à la réapparition du rayon lumineux, M. Fizeau a trouvé, comme moyenne de ses expériences, une valeur de la vitesse de la lumière très-voisine de celle qu'on déduit des observations astronomiques, mais l'auteur a donné ses nombres avec beaucoup de réserve, en insistant sur les difficultés que présente toujours une détermination absolue.

» La difficulté principale, dans le mode d'expérimentation imaginé par l'auteur, consiste, en effet, dans la mesure de la vitesse de la rotation de la roue, vitesse qu'il faut maintenir pendant plusieurs secondes, non-seulement constante, mais avec la valeur même qui convient au *minimum* ou au *maximum* de lumière : l'erreur à craindre est donc due à deux causes, d'abord à la difficulté de maintenir uniforme une vitesse qui doit être très-considérable et ensuite à l'indécision que comporte toujours l'appréciation d'un maximum ou d'un minimum.

» Je pense avoir levé en grande partie cette difficulté expérimentale, en opérant de la manière suivante : on donne à la roue dentée une vitesse croissante ou décroissante, suivant une loi régulière, mais d'ailleurs quelconque, et l'on enregistre, par une transmission électrique convenable, la loi de ce mouvement; l'observateur aperçoit alors la succession des périodes dans l'arrivée de la lumière, et, à l'aide d'une autre transmission électrique, il enregistre le moment précis de la disparition ou de la réapparition du point lumineux. D'après le tracé graphique qui donne la loi complète du mouvement de la roue, on conclut la vitesse qu'elle possédait au moment où les signaux de l'observateur ont été transmis. On détermine ainsi non plus un maximum ou un minimum, mais des couples de valeurs également distantes de part et d'autre de la vitesse cherchée.

» La difficulté de l'uniformité de la vitesse n'est pas reportée sur le mouvement de l'enregistreur; on peut opérer avec un appareil quelconque, à la condition d'ajouter le tracé d'un chronographe précis, tel que le battement d'une horloge électrique donnant la seconde.

» J'ai mis à exécution cette idée, et l'expérience a réussi d'une façon très-satisfaisante. L'appareil de M. Fizeau, construit autrefois par Froment, pour le cabinet de l'École Polytechnique, a été installé dans une mansarde du pavillon de l'École, et le collimateur dans la tour de l'Administration des lignes télégraphiques (1). La distance est malheureusement un peu

---

(1) Dans le laboratoire de mon collaborateur et ami, M. E. Mercadier, que je remercie de l'obligeance avec laquelle il m'a aidé pour l'installation, toujours un peu délicate, des appareils.

faible ($2\frac{1}{2}$ kilomètres), pour donner une valeur certaine de la vitesse de la lumière; elle suffit toutefois à montrer l'allure du phénomène et à constater l'efficacité du perfectionnement que j'avais en vue; en donnant à la roue dentée une vitesse croissante, on observe d'abord la première extinction puis la première réapparition; enfin, quoique avec plus de difficulté, la deuxième extinction.

» L'enregistreur électrique se compose d'un cylindre couvert de papier enfumé, mu par un moteur Foucault, dont la vitesse reste uniforme à $\frac{1}{300}$ près de sa valeur, comme je l'ai constaté directement; un chariot mobile porte deux électro-aimants, dont les contacts mettent en mouvement deux tracelets. La double ligne héliçoïdale présente des dentelures quand les électro-aimants fonctionnent; sur l'une d'elles, chaque dentelure correspond au passage du courant par les cames d'une roue de l'engrenage moteur, dont la loi de mouvement est ainsi enregistrée; sur l'autre se rangent les signaux faits par l'observateur, à l'aide du manipulateur d'un appareil Morse.

» La régularité des observations et la concordance des résultats qui se trouvent à peu près dans l'intervalle des nombres connus, m'ont paru assez satisfaisantes pour m'engager à répéter ces mesures à une distance plus grande : il serait bon, je crois, de commencer par une distance modérée, celle par exemple de l'École Polytechnique au Mont-Valérien (10 kilomètres et demi) : on pourrait avec la même vitesse de rotation avoir quatre ou cinq extinctions successives mesurables, ce qui donnerait déjà une valeur exacte probablement à moins d'un centième. Plus tard, pour augmenter la précision, il y aurait lieu d'essayer, comme M. Fizeau l'avait proposé, une distance de 25 kilomètres, par exemple du Panthéon à Montlhéry.

» Je dois encore signaler une cause d'erreur notable qu'on peut également éliminer : elle provient des inégalités dans la largeur des dents de la roue : la discussion complète m'entraînerait hors des limites de cette Note, je me borne à en indiquer le résultat. Pour s'affranchir de cette erreur, il suffit de mesurer les variations de vitesse non pas à partir du repos, mais à partir de la moyenne des vitesses correspondant à la première extinction et à la première réapparition.

» N'ayant pu réaliser avec mon appareil une vitesse suffisante pour éliminer l'erreur de l'inégalité des dents, je ne vois aucun intérêt à citer les nombres que j'ai obtenus; je dois dire qu'ils sont très-voisins des valeurs généralement adoptées sans pouvoir toutefois trancher entre les valeurs extrêmes.

» Enfin, il me paraît nécessaire de relever une erreur qui s'est généralement répandue et qu'on rencontre dans les ouvrages où sont décrites les expériences de M. Fizeau; la description du phénomène optique tendrait à faire croire que le faisceau de la lumière envoyée par la lunette et renvoyée par le collimateur à réflexion est formé de rayons parallèles, de sorte que leur affaiblissement avec la distance ne serait dû qu'à l'absorption atmosphérique : il n'en est rien. La lumière émanée de l'objectif de la lunette et reçue au foyer du collimateur sur le miroir est formée de faisceaux divergents, dont l'angle, très-petit il est vrai, est égal à celui que sous-tend l'objectif du collimateur vu du centre optique de la lunette; on s'en rend immédiatement compte en observant que l'image reçue sur le miroir n'est pas un point, mais bien l'image conjugée de l'objectif de la lunette. En faisant le calcul complet et en supposant les objectifs tout à fait aplanétiques, on trouve que *la quantité de lumière concentrée sur le miroir*, et par suite renvoyée au point de départ, est (en faisant abstraction de toutes les absorptions) *proportionnelle à l'éclat intrinsèque de la source lumineuse, au produit des surfaces des deux objectifs et en raison inverse du carré de la distance*.

» Ce théorème géométrique est absolument nécessaire à connaître si l'on ne veut pas éprouver de mécomptes lorsqu'on accroîtra la distance d'observation; si l'on suppose que les objectifs de la lunette et du collimateur sont égaux, on devra, pour conserver avec la même source lumineuse la même visibilité à des distances différentes, faire varier le diamètre des objectifs dans le rapport de la racine carrée des distances. Ce rapport devra évidemment être encore augmenté, si l'on tient compte de l'absorption atmosphérique, qui, comme tous les phénomènes de cette nature, croît en progression géométrique quand les distances croissent en progression arithmétique, de l'aberration sphérique des objectifs et de la dispersion par diffraction.

» En résumé les considérations qui précèdent apportent plusieurs perfectionnements notables à la méthode de M. Fizeau, à laquelle l'Académie s'est assez intéressée pour ordonner la construction des appareils nécessaires à son exécution entre de grandes distances. Ces perfectionnements, dont je n'ai pu dans cette Note qu'indiquer le principe, me paraissent rendre la méthode immédiatement applicable à la détermination précise de la vitesse de la lumière. »

Cette Note et la proposition qui y est jointe seront soumises à la Commission administrative.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres de l'étain et de ses composés.* Note de **M. G. Salet**, présentée par M. Wurtz.

« 6. Certains corps, fort peu nombreux, exigent, pour fournir par voie de combustion un spectre bien développé, l'emploi de l'hydrogène et le refroidissement d'une portion de la flamme. J'ai décrit le spectre du soufre obtenu dans ces conditions; je reviendrai sur celui du phosphore, qui présente, outre les raies de MM. Christophle et Beilstein, plusieurs bandes intéressantes; je signale aujourd'hui le spectre le plus singulier que j'aie obtenu, celui de l'étain.

» Lorsqu'on volatilise dans le courant d'hydrogène une très-petite quantité de perchlorure d'étain, la flamme se colore en bleu, elle répand des fumées d'acide stannique qui s'illuminent en blanc à sa périphérie; enfin son noyau paraît constitué par deux cylindres concentriques, dont l'un, placé à l'intérieur, est bleu, et dont l'autre est faiblement coloré en carmin. On peut analyser séparément ces diverses lumières sans modifier leur disposition; il suffit d'envoyer sur la fente du spectroscope l'image de la flamme produite par une lentille à court foyer (1) : le spectre alors se divise en plusieurs bandes correspondant chacune à une région de la flamme. Le cylindre intérieur donne un spectre continu, la flamme bleue un spectre primaire rendu confus par la combustion et présentant les bandes suivantes :

de 615	532;	de 450 à 439 bande triple;
à 580 (maximum);	de 520	
566;	à 497 (maximum)	de 433 à 424 id.;
563;	(avec maximum en 516 et 510);	
556;	de 494	de 414 à 408 faible et vague.
de 545	à 480 (maximum);	
à 537 (maximum);	de 470 à 460 faible;	

» Quant au cylindre carmin, il donne une *raie unique* en 610, coïncidant avec la seconde raie du lithium, Liβ.

(1) L'éclat de l'image spectrale est proportionnel à la surface de la lentille, à celle de la fente et à l'inverse du carré de la distance comprise entre la lentille et la fente. Dans le but de raccourcir cette distance, il importe de prendre une lentille à court foyer pour que l'image ne soit pas trop petite et que la source ne doive pas être placée à une distance incommode. Mais il ne faut pas oublier que, pour une convergence trop grande, tous les rayons ne peuvent pas franchir la lunette collimatrice.

» 7. Il suffit de refroidir la flamme pour obtenir dans la couche refroidie une belle coloration carmin qui se prête fort bien à l'examen spectroscopique. La raie rouge, dans ces conditions, est très-visible, ses bords sont ombrés; elle diffère en cela de la raie Liβ, qui d'ailleurs n'apparaît pas dans cette région de la flamme et qui serait accompagnée de Liα si la coloration rouge était due au lithium. Du reste, il est à peine nécessaire de faire remarquer que les sels de lithine ne sauraient être apportés à la flamme par les vapeurs émises à la température ordinaire par le chlorure stannique; de plus, j'ai obtenu la nouvelle raie de l'étain avec les divers composés volatils de ce métal, avec le métal lui-même, et enfin la coloration rouge de la flamme de l'hydrogène à la surface des objets d'étain a été déjà signalée en 1865 par M. Barrett.

» 8. Si l'on opère avec le bromure d'étain, ou, si l'on approche de la flamme précédente une goutte de brome, le noyau primitivement bleu se colore en vert clair, sans que la flamme elle-même cesse d'être bleue et de donner le spectre décrit au paragraphe 6. Le noyau vert donne un spectre continu; dans la flamme refroidie, la couleur verte apparaît au contact immédiat du corps froid et avec un éclat qui la ferait attribuer au phosphore si l'on négligeait d'en examiner le spectre, lequel ne présente pas de bandes. A côté de la couche verte et dans des régions moins froides l'on retrouve la couche carmin qui fournit la raie unique en 610.

» 9. L'iodure d'étain donne des résultats analogues, le noyau est jaunâtre, son spectre est continu.

» 10. D'après ces expériences, les divers composés volatils de l'étain introduits dans la flamme de l'hydrogène donnent chacun trois spectres, dont deux leur sont communs et dont le troisième est continu. Le premier correspond à une température médiocrement élevée et à une atmosphère réductrice; c'est le spectre du métal, caractérisé par la bande étroite 610; le second se produit à une température supérieure et dans la zone de combustion; il est sans doute dû à l'oxyde d'étain. Le troisième, enfin, varie avec le sel employé, il est continu et correspond à une température relativement très-basse. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sels ammoniacaux; par* M. **Berthelot.**

2e PARTIE. — SELS AMMONIACAUX FORMÉS PAR LES ACIDES FAIBLES.

I. — *Acide borique.*

« 1. BO^6 (Acide cristallisé (1 équiv., c'est-à-dire 70 gr. d'acide anhydre, dans 4 litres de liqueur.) $+ AzH^3$ (1 équivalent $= 2^{lit}$) dégage. $+ 8^{cal},93$ } 11,55

» $+ 2^e$ équivalent AzH^3.......... $+ 2,62$ }

» $+ 3^e$ équivalent AzH^3.......... $+ 1,05$

$+12,62$

» La combinaison est donc progressive; elle ne s'arrête point à la formation d'un sel défini, monobasique ou bibasique; enfin la chaleur dégagée ne varie proportionnellement ni au poids de l'acide, ni au poids de l'alcali. Ce sont là des caractères tout différents de ceux qui appartiennent à la formation des sels ammoniacaux formés par les acides forts; mais analogues à ceux que nous avons observés pour le phénate d'ammoniaque (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 673) et les alcoolates alcalins.

» 2. Ils résultent de même de l'action décomposante de l'eau, progressivement accrue avec la proportion de ce liquide. En effet

BO^6 (même liqueur) $+ AzH^3$ (1 équivalent $= 4^{lit}$) dégage $+ 8^{cal},44$,

chiffre qui répond à une liqueur $1\frac{1}{2}$ fois aussi diluée. D'autre part

BO^6, AmO (1 équivalent $= 4^{lit}$) + 1 volume d'eau absorbe $- 1,00$

BO^6, AmO (même liqueur).... + 5 volumes d'eau absorbe $- 2,17$.

D'où l'on conclut que

$BO^6 + AzH^3$ en présence de	220 H^2O^2 (1) environ dégage		$+ 9^{cal},44$
»	330 H^2O^2	»	$+ 8,93$
»	440 H^2O^2	»	$+ 8,44$
»	1320 H^2O^2	»	$+ 7,27$.

» 3. Étudions maintenant l'union de l'acide borique avec la soude.

BO^6 (1 équivalent $= 4^{lit}$) + NaO (1 équivalent $= 2^{lit}$) dégage $+ 11^{cal},56$ } 19,82

» $+ 2^e$ équivalent NaO............ $+ 8,26$ }

» $+ 3^e$ équivalent NaO............ $- 0,17$.

(1) Ces nombres d'équivalents d'eau ne sont pas tout à fait identiques, mais si voisins que la différence thermique n'est pas sensible à l'observation.

» La saturation de l'acide borique par la soude (1) est donc complète après le deuxième équivalent, contrairement à ce qui arrive avec l'ammoniaque. Cependant la dilution exerce aussi quelque influence :

BO^6 (même liqueur) + NaO (1 équiv. = 4^{lit}) dégage......	11,13
BO^6, NaO (1 équiv. = 4^{lit}) + son volume d'eau absorbe..	— 0,56
» » + 5 volumes d'eau absorbe...	— 0,78

d'où l'on conclut que

BO^6 + NaO en présence de	$220 H^2O^2$	dégage	11,69
»	$330 H^2O^2$	»	11,56
»	$440 H^2O^2$	»	11,13
»	$1320 H^2O^2$	»	10,91

» L'action de l'eau est plus marquée sur les borates bi et trisodique :

Le borate bisodique (liqueur ci-dessus) étendu avec 5 volumes d'eau absorbe...	— 1,45
» trisodique » étendu avec 5 volumes d'eau absorbe...	— 1,66

» 4. Le tableau suivant permet de comparer la formation des borates de soude et d'ammoniaque, en présence de quantités d'eau croissantes :

	BO^6 + NaO.	BO^6 + AzH^3.	Différence.
$220 H^2O^2$	11,69	9,44	2,25
$330 H^2O^2$	11,56	8,93	2,63
$440 H^2O^2$	11,13	8,44	2,69
$1320 H^2O^2$	10,91	7,27	3,64

» Ce tableau montre d'abord que la chaleur de neutralisation de l'acide borique par la soude est inférieure à celle des acides forts; il en est de même de celle de l'acide borique par l'ammoniaque. Ce n'est pas tout : la différence entre la chaleur de neutralisation des acides forts par la soude et par l'ammoniaque respectivement est voisine de 1,30, à peu près constante pour les divers acides et pour ainsi dire indépendante de la proportion d'eau. Tandis que cette même différence varie de 2,25 à 3,64 pour l'acide borique, ce qui indique une décomposition progressivement croissante du borate d'ammoniaque par l'eau et une décomposition à la fois plus profonde et plus rapide que celle du borate de soude. L'écart est plus grand encore avec les borates bibasiques :

$$19,82 - 11,55 = 8,27 : 2 = 4,13$$

---

(1) M. Thomsen a déjà déterminé les mêmes quantités pour la soude :

$BO^6 + NaO = 11,1$; $BO^6 + 2NaO = 20,0$; $BO^6 + 3NaO = 20,4$.

pour la substitution de NaO à AzH^3, au lieu de 1,30.

II. — *Acide carbonique.*

» 1. $(CO^2 + Aq) + (AzH^3 + Aq)$. . . . . + 5,35

» Cette valeur se rapporte à une solution carbonique renfermant $1^{gr},250$ par litre, 1 équivalent du sel formé étant dissous dans 20 litres.

» 2. J'ai cru devoir contrôler par d'autres méthodes ce chiffre, parce qu'il a été obtenu avec des liqueurs étendues et difficiles à maintenir dans un état défini : j'ai opéré sur le bicarbonate d'ammoniaque.

» La dissolution de ce sel dans 50 parties d'eau absorbe — 6,28 pour 1 équivalent. Une dissolution contenant $79^{gr},0$ dans 2 litres, étant étendue avec 9 volumes d'eau, absorbe — 0,60 pour 1 équivalent.

» La décomposition de ce sel par l'acide chlorhydrique dans une liqueur assez étendue pour que tout l'acide carbonique demeure dissous (1 équivalent = 20 litres) dégage + 3,32. L'acide carbonique dissous n'exerçant aucune action thermique appréciable sur une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, on conclut du chiffre ci-dessus la formation du bicarbonate :

$(C^2O^4 + Aq) + (AzH^3 + Aq)$....... 12,45 — 3,32 = 9,13, pour 20 litres de liqueur,

c'est-à-dire 9,13 + 0,60 = 9,73, pour 2 litres de liqueur (solution normale, renfermant environ $110 H^2O^2$).

» 3. Une nouvelle série d'expériences conduit alors au carbonate neutre d'ammoniaque,

$C^2O^4.AmO,HO$ (1 équival. = 2 litres) + AzH^3 (1 équival. = 2 litres). . dégage + 2,62,

ce qui fait 12,35 pour 2 équivalents de carbonate d'ammoniaque, ou 6,17 pour 1 équivalent, en présence de $110 H^2O^2$, au lieu de 5,35 obtenu directement, mais en présence de $1100 H^2O^2$.

» 4. J'ai encore vérifié ces valeurs par d'autres méthodes, fondées sur la chaleur de neutralisation des carbonates alcalins. J'ai trouvé pour celle-ci :

$(CO^2 + Aq) + (KO + Aq)$................ + 10,10
$(CO^2 + Aq) + (NaO + Aq)$............... + 10,20.

J'adopterai, pour la formation des bicarbonates de soude et de potasse les valeurs 11,10 et 11,00. J'ai vérifié qu'une dilution plus grande change à peine la chaleur dégagée dans la formation des bicarbonates et dans celle des carbonates de potasse, de soude.

» 5. *Déterminations indirectes.* — *Carbonate neutre* : CO^2, AmO.

					$K_1 - K$.	N calculé.
CO^3Am (1 équiv. = 4^{lit})		+ AzO^6K	(1 équiv. = 4^{lit})	— 0,12	+ 3,10	5,73
CO^3K	»	+ AzO^6Am	»	— 3,22		
CO^3Am	»	+ NaCl	»	— 0,02	+ 3,04	6,00
CO^3Na	»	+ AmCl	»	— 3,06		
CO^3Am	»	+ SO^4K	»	— 0,10	+ 3,08	5,83
CO^3K	»	+ SO^4Am	»	— 3,18		

» Les valeurs de N concordent suffisamment avec 6,17 trouvée plus haut pour des liqueurs moitié moins diluées. Ces chiffres ont été obtenus vers 22 degrés. N paraît augmenter un peu, à mesure que la température s'abaisse; en effet, j'ai trouvé N = 6,7, d'après le couple :

$$CO^3Am + KO = + 3,4 \quad \text{et} \quad CO^3K + AzH^3 = 0,0.$$

» *Bicarbonate d'ammoniaque* : $C^2O^4.AmO, HO$.

					$K_1 - K$	N calculé.
$C^2O^4.AmO, HO$ (1 équiv. = 4^{lit})		+ AzO^6K	(1 équiv. = 4^{lit})...	— 0,04	+ 0,04	9,72
$C^2O^4.KO, HO$	»	+ AzO^6Am	» ...	— 0,08		
$C^2O^4.AmO, HO$	»	+ NaCl	» ...	0,00	+ 0,26	9,62
$C^2O^4.NaO, HO$	»	+ AmCl	» ...	— 0,26		
$C^2O^4.AmO, HO$	»	+ SO^4K	» ...	+ 0,02	+ 0,14	9,70
$C^2O^4.KO, HO$	»	+ SO^4Am	» ...	— 0,12		
$C^2O^4.AmO, HO$	»	+ KO	» ...	+ 4,94	+ 1,17	9,83
$C^2O^4.KO, HO$	»	+ AzH^3	» ...	+ 3,77		

» Ces valeurs de N concordent avec 9,73 trouvé plus haut.

» 6. Étudions maintenant de plus près l'influence exercée par les proportions relatives d'acide carbonique et d'ammoniaque.

» L'acide carbonique dissous n'a pas développé de chaleur sensible en agissant sur la solution de bicarbonate d'ammoniaque. Au contraire,

$2CO^2 + AzH^3$	en présence de	$110H^2O^2$	dégage	9,73
$+ 1\frac{1}{3}AzH^3$	»	$146H^2O^2$	»	10,94
$+ 2AzH^3$	»	$220H^2O^2$	»	12,34
$+ 3AzH^2$	»	$330H^2O^2$	»	13,24
$+ 4AzH^2$	»	$440H^2O^2$	»	13,62
$+ 5AzH^3$	»	$550H^2O^2$	»	13,92
$+ 6AzH^3$	»	$660H^2O^2$	»	14,04
$+ 7AzH^3$	»	$770H^2O^2$	»	14,07

» L'action de l'ammoniaque sur l'acide carbonique, en présence de l'eau, s'exerce d'une manière progressive, comme sur l'acide borique et sur l'acide phénique, c'est-à-dire qu'il existe un certain équilibre entre

l'acide carbonique, l'ammoniaque et l'eau, équilibre déterminé par les proportions relatives de ces trois composants. Cependant la proportion de l'eau exerce une influence bien moins marquée avec les acides carbonique et phénique déjà dissous qu'avec l'acide borique, comme le prouvent les expériences de dilution. L'action décomposante de l'eau semble donc produire ses plus grands effets, dès le début, avec les acides carbonique et phénique, la décomposition ultérieure décroissant suivant une progression très-lente, tandis que la progression est plus régulière avec l'acide borique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition des argiles du terrain houiller; par* **M. CH. MÈNE.** (Extrait.)

« Les résultats d'analyse chimique ci-dessous, sur la composition d'argiles de différents terrains houillers de la France, entrepris en diverses occasions dans le but de savoir si ces argiles étaient réfractaires et d'en connaître la composition, ont été réunis et complétés par séries d'âges de formation, dans l'espoir de trouver si, par la teneur ou par la présence de certains composés, on pourrait entrevoir un indice de l'âge du terrain houiller. Mon but a été de connaître surtout si la présence du calcaire dans les argiles était un signe de la série houillère ou anthracifère. Quoique les résultats soient négatifs à cet égard, les nombres de composition des argiles peuvent présenter un certain intérêt; c'est pour cela que je me permets d'en transmettre les chiffres à l'Académie.

Provenances.	Eau.	Chaux.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Alcalis.	Matières charb.	Perte.	Densité.
Givors	0,088	0,005	0,590	0,270	0,020	0,015	0,010	0,002	2,183
Rive-de-Gier	0,090	0,007	0,591	0,265	0,010	0,012	0,020	0,005	2,035
Sainte-Foy-l'Argentière	0,075	0,010	0,568	0,303	0,009	0,020	0,015	0,0	2,200
Terrenoire	0,092	0,015	0,575	0,282	0,015	0,008	0,009	0,004	1,982
Comberigol	0,106	0,017	0,570	0,259	0,020	0,011	0,011	0,006	2,145
Sorbier	0,088	0,009	0,603	0,265	0,013	0,012	0,007	0,003	2,118
St-Étienne, Méon	0,092	0,014	0,586	0,277	0,009	0,014	0,006	0,002	2,118
» Montcel	0,088	0,020	0,600	0,264	0,012	0,011	0,005	0,0	2,009
» Roche-Molière	0,102	0,019	0,576	0,280	0,006	0,010	0,007	0,0	2,125
Bességes, Sales	0,097	0,002	0,626	0,243	0,020	0,004	0,006	0,002	2,215
Graissessac	0,087	0,009	0,639	0,239	0,008	0,009	0,008	0,001	1,990
Saint-Gervais	0,066	0,013	0,641	0,250	0,014	0,004	0,008	0,004	1,985
Durban	0,072	0,020	0,610	0,273	0,005	0,008	0,002	0,0	2,009
Decize	0,074	0,021	0,571	0,300	0,011	0,012	0,007	0,004	2,148
Creuzot	0,084	0,009	0,582	0,300	0,009	0,007	0,005	0,004	2,154
Mont Cenis	0,062	0,005	0,610	0,278	0,010	0,005	0,005	0,005	2,172
Blanzy	0,100	0,005	0,662	0,200	0,020	0,003	0,010	0,0	2,042
Mont Chanin	0,097	0,004	0,653	0,217	0,013	0,005	0,008	0,003	2,158
Carmeaux	0,077	0,007	0,631	0,262	0,012	0,007	0,006	0,0	1,992

Provenances.	Eau.	Chaux.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Alcalis.	Matières. charb.	Perte.	Densité.
Aubin	0,069	0,002	0,625	0,270	0,009	0,014	0,010	0,001	2,065
Bonchamp	0,085	0,009	0,599	0,284	0,007	0,004	0,008	0,004	2,216
Nord, Anchy	0,094	0,028	0,547	0,254	0,014	0,007	0,006	0,0	2,079
» Bruay	0,105	0,024	0,574	0,272	0,005	0,010	0,010	0,0	2,153
» Douchy	0,100	0,032	0,608	0,240	0,011	0,003	0,006	0,0	2,100
» Anzin	0,097	0,041	0,569	0,270	0,009	0,005	0,006	0,003	2,108
» Denain	0,092	0,040	0,656	0,192	0,009	0,005	0,005	0,001	2,093
» Aniche	0,086	0,035	0,592	0,262	0,012	0,006	0,004	0,003	1,973
Namur (Belgique)	0,097	0,017	0,565	0,290	0,014	0,007	0,009	0,001	1,985
Liége »	0,106	0,011	0,594	0,254	0,008	0,009	0,012	0,006	2,118
Mons »	0,083	0,012	0,677	0,195	0,012	0,011	0,008	0,002	2,055
Sarthe (France)	0,090	0,015	0,560	0,300	0,011	0,009	0,011	0,004	2,251
Nort »	0,088	0,017	0,576	0,277	0,020	0,012	0,009	0,001	2,193
Mayenne »	0,066	0,035	0,610	0,248	0,018	0,005	0,008	0,0	2,189
Newcastle (Angleterre)	0,075	0,023	0,657	0,208	0,020	0,009	0,006	0,002	2,216
Dudley »	0,058	0,009	0,615	0,292	0,014	0,003	0,005	0,004	2,097
Dowlay »	0,065	0,027	0,597	9,282	0,012	0,002	0,014	0,001	2,153
Sarrebruck (Allemagne)	0,085	0,025	0,556	0,302	0,019	0,003	0,010	0,0	2,100 »

PATHOLOGIE. — *Du traitement du* delirium tremens *par l'expectation.* Note de **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

« Pendant le cours des derniers événements, j'ai eu l'occasion de traiter les accidents du *delirium tremens*, par les principaux médicaments préconisés dans cette maladie. J'ai soigné 5 malades par l'opium, 4 par le chloral et 4 par la digitale. La guérison, ou du moins l'apaisement très-marqué de tous les symptômes d'excitation, fut obtenu, en moyenne, en cinq jours par l'opium, en six jours par le chloral et la digitale. Je prescrivais à tous mes malades le même régime, et je fus frappé de voir que les résultats étaient à peu près les mêmes, et l'étaient à peu près dans le même temps, sauf certaines différences dans les effets physiologiques, particuliers à chaque médicament.

» Je résolus alors de soumettre un certain nombre de malades à un traitement tout à fait expectant, pour savoir si le régime pur et la simple soustraction de la cause donneraient le même résultat. Les 8 malades que j'ai traités par l'expectation étaient âgés de 24 à 62 ans, et tous, à l'exception d'un seul, pris de *delirium tremens* pour la première fois.

» Tous furent soumis au régime suivant : abstinence entière du vin et des liqueurs. Comme boisson, de la bière. Pour tisane, une infusion de feuilles d'oranger. Nourriture douce, un bain tiède d'une heure ou deux chaque jour, et un purgatif (sulfate de magnésie : 40 grammes)..... »

L'auteur donne, comme exemple, les détails des observations recueil-

lies sur un sujet de 28 ans, guéri au bout de cinq jours, sauf la persistance du tremblement des mains et l'embarras de la langue.

« Le traitement du *delirium tremens* par l'opium n'est pas sans danger, à cause des doses considérables auxquelles il faut, dans la plupart des cas, arriver progressivement, et qui exposent à une accumulation du médicament, qu'il n'est pas très-rare de rencontrer. J'ai pu me convaincre que la digitale, employée à dose élevée, donnait souvent aux malades des nausées et des vomissements, qui rendent la démonstration fort difficile. Le chloral m'a paru complétement sans action sur 2 malades. C'est au moins un agent infidèle, sur lequel il n'est pas possible de compter.

» S'ensuit-il qu'il faille rejeter, de la thérapeutique du *delirium tremens*, des médicaments qui, sagement maniés, ont rendu et rendent encore de signalés services? Telle n'est pas ma pensée. J'ai voulu seulement attirer l'attention des praticiens sur une méthode de traitement trop délaissée aujourd'hui, et qui me paraît pouvoir être employée ici avec avantage. »

M. J. Cassang adresse une Note relative au traitement des hernies.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. J. Cloquet.

« **M. Chasles** fait hommage à l'Académie des livraisons de février et mars 1871 du *Bullettino* de M. le prince Boncompagni. Dans la première, se trouve un article de M. Maximilien Curtz, concernant le nom et la patrie de Vitellion; à la suite, s'en trouve un de M. Boncompagni, sur un manuscrit de l'*Optique* de Vitellion, cité par Lucas Pacioli.

» La deuxième livraison renferme un article également fort étendu, texte grec et latin, sur le *Livre des définitions* de Héron. A la suite, se trouvent des développements et détails bibliographiques de M. Boncompanig sur le même sujet. »

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 septembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Rapport adressé à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par la Commission instituée pour l'étude de la nouvelle maladie de la vigne. Paris, 1871; in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères; par MM. H.-Milne EDWARDS *et* A.-Milne EDWARDS, 7e livraison. Paris, 1871; texte et planches.

La coulure du raisin, ses causes et ses effets. Moyens de l'empêcher; par M. Ch. BALTET. Troyes, 1871; br. in-8°.

Revue sommaire de quelques travaux et faits astronomiques, rédigée par le Prof. GAUTIER. Genève, 1871; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Pourriture d'hôpital. Traitement de cette affection par le camphre en poudre; par M. A. NETTER. Paris, 1871; br. in-8°.

Sur un principe de statique moléculaire avancé par M. Lüdtge; par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, 1870; br. in-8°.

Anatomie pathologique des perforations cardiaques, etc.; par M. P.-F. DA COSTA ALVARENGA, *traduit du portugais par* M. L. PAPILLAUD (Henri Almès). Paris, 1871; br. in-8°.

Note sur l'acarus de l'érinose de la vigne; par M. A.-L. DONNADIEU. Montpellier, 1871; br. in-8°.

Sur un article du Journal des Savants; *par* M. E. CATALAN. Rome, 1871; br. in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

The human... *L'Épidémie et l'Épizootie, ou Explication du choléra-morbus et de la peste bovine*. Londres, 1866; br. in-8°.

The education... *L'éducation et l'état des Ingénieurs civils dans le Royaume-Uni*. Londres, 1870; in-8°, relié.

Catalogue... *Catalogue de la bibliothèque de l'Institution des Ingénieurs civils. Supplément* à la deuxième édition. Londres, 1870; in-8°, relié.

Minutes... *Procès-verbaux de l'Institution des Ingénieurs civils*, t. XXIX et XXX. Londres, 1870; 2 vol. in-8°, reliés.

Historical... *Notes historiques sur les tremblements de terre de la Nouvelle-Angleterre*, 1638-1869; *par* M. W.-T. BRIGHAM. Boston, sans date; in-8°.

Intorno... *Sur le siége des émissions lumineuses dans les Méduses; par* M. P. PANCERI. Sans lieu, 1871; br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice sur le professeur Küss, *maire de Strasbourg, représentant du Bas-Rhin, lue à la séance annuelle de la Société de Médecine de Strasbourg, le 6 juillet* 1871; *par* le Dr HERRGOTT. Strasbourg, 1871; br. in-8°.

Application de la mécanique à l'horlogerie; par M. H. RÉSAL. Paris, 1871; in-8°.

Étude sur l'origine des courants d'air principaux; par M. LARTIGUE. Paris, 1871; in-8°.

La science médicale simplifiée mise à la portée des gens de la campagne, ou l'art de guérir toutes les maladies, d'éviter les épidémies, le choléra-morbus; par M. G. ROBLET. Mirecourt, 1871; br. in-12. (Deux exemplaires.) Cet ouvrage est renvoyé à la Commission du legs Bréant.

Société anonyme des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne. [Directeur général : M. SAINT-PAUL DE SINÇAY, station de Chênée (Belgique)] : *Peinture silicatée à base de zinc. Préparation et mode d'emploi.* Liége, 1870; br. in-12.

Carte lithologique de l'embouchure de la Seine; par M. DELESSE. Paris, sans date; carte en une feuille.

Catalogue de la belle bibliothèque de feu H. RIEDEL. Groningue, 1871; in-8°.

Sur le retour unique des averses extraordinaires d'étoiles filantes de novembre 1799, 1832 *à* 1833 *et* 1867 *à* 1868 *sous les basses latitudes et vers l'équateur; par* M. A. POEY. Paris, sans date; opuscule in-4°.

Température de l'océan Atlantique comparée à celle de l'air et à l'état ozo-

nométrique depuis Saint-Nazaire jusqu'à la Havane; par M. A. POEY. Paris, sans date; opuscule in-4°.

Positivist... *Bibliographie positiviste.* New-York, 1870. (Publié dans le *Modern Thinker.*)

The three... *Les trois crises mentales d'Auguste Comte; par* M. A. POEY. (Extrait de la même publication.)

Good... *Le bien et le mal; par* M. A. POEY. (Extrait de la même publication.)

Annuario... *Annuaire de l'Observatoire physico-météorologique de la Havane, publié par* M. A. POEY. 1re année, 1862, t. I : *Baromètre.* Havane, 1869; in-folio.

Report... *Rapport sur la météorologie agricole; par* M. A. POEY. Sans lieu ni date; in-8°. (Publié dans le *Report of the Commissioner of Agriculture pour l'année* 1869.)

Sulle... *Sur les machines électriques à influence;* Note du prof. F.-S. PROVENZALI. Sans lieu ni date; opuscule in-4°. (Extrait des *Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei.*)

Rapporto... *Rapport de la Commission pour la mesure du méridien central européen dans les États pontificaux, présenté à S. Em. le cardinal G. Berardi le* 1er *août* 1870, *et lu à l'Académie des Nuovi Lincei le* 9 *Juillet* 1871; *par* le P. SECCHI. Rome, 1871; in-4°. (Extrait de la même publication.)

Bullettino. *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI; t. IV, février et mars 1871. Rome, 1871; 2 liv. in-4°.

Verhandlungen... *Transactions de la Société des Naturalistes de Bâle;* 5e partie, 3e livr. Bâle, 1871; br. in-8°.

Vierteljahrsschrift... *Publications trimestrielles de la Société Astronomique, publiées par* MM. A. AUWERS *et* A. WINNECKE, 6e année, 3e livr., août 1871. Leipzig, 1871; in-8°.

Astronomische... *Notes astronomiques* du Dr R. WOLF. Août 1871; br. in-8°.

Address... *Discours prononcé à la Société américaine pour l'avancement de la science, par* M. Th. STERRY-HUNT *en quittant le fauteuil de Président de la session de l'Association tenue à Indianapolis le* 16 *août* 1871. Salem, 1871; br. in-8°.

Halley's... *Carte magnétique de Halley.* Nova et accuratissima totius terra-

rum orbis Tabula nautica variationum magneticarum, index juxta observationes anno 1700, habitas constructa, per EDM. HALLEY. Reproduction lithophotographiée exécutée au British Museum avec l'autorisation du Bibliothécaire en août 1871. Carte en une feuille.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1871.

Annales de l'Agriculture française; janvier à juin 1871; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 4, 1871; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mai 1871; in-8°.

Annales industrielles; livr. 26 et 27; 1871; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 3, 10, 17, 24 et 30 septembre 1871; in-8°.

Atti del reale Instituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti; t. XVII, 8e cahier, Milan, 1871; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 165, 1871; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n°s 43 à 47, 1871; in-4°. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; n^{os} des 31 août et 15 septembre 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 8, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; mars à juin 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique C., 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; 1er semestre 1871; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; août 1871; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; octobre à décembre 1869; janvier à mars 1870; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société française de Photographie; 17e année, n° 4, 1871; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 septembre 1871; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 27 au 31 août et du 1er au 22 septembre 1871; in-4°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; t. Ier, nos 3 à 7; t. II, nos 7 à 12; t. III, nos 1 à 4, 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VII, n° 6, 1871; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 10 à 13, 2e semestre 1871; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 9, 1871; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 81 à 105, 1871; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 36 à 39, 1871; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 51 à 54, 1871; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 126 à 129, 1871; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 17 et 18, 1871; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; avril à juin 1871; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; n° du 31 juillet 1871; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juillet 1871; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; septembre 1871; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 21 à 24, 1871; in-fol.

L'Abeille médicale; nos 29 à 32, 1871; in-4°.

L'Aéronaute; août et septembre 1871; in-8°.

L'Art dentaire; août 1871; in-8°.

L'Art médical; décembre 1870; in-8°.

La Santé publique; nos 92 à 95, 1871; in-4°.

Le Gaz; n° 3, 1871; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 18, 1871; in-4°.

Le Moniteur scientifique Quesneville; nos des 1er et 15 septembre 1871; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; nos 5 à 8, 9e année, 1871; in-4°.

Les Mondes; nos des 7, 14, 21 et 28 septembre 1871; in-8°.

L'Imprimerie; août 1871; in-4°.

Le Salut; nos 50 à 67, 70, 71, 72, 75, 1871; in-fol.

Magasin pittoresque; juillet 1871; in-4°.

Marseille médical; n° du 20 août 1871; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; juillet, août et septembre 1871; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; septembre 1871; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juillet 1871; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; septembre 1871; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 11 à 14, 1871; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; août 1871; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos des 15 septembre et 1er octobre 1871; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; 3e année, nos 1 à 4, , 1871; in-8°.

The Mechanic's Magazine; nos des 2, 9, 16, 23 et 30 septembre 1871; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 18 septembre 1871.)

Page 707, ligne 23, *au lieu de* 12220 mètres, *lisez* 12092 mètres.

Page 709, ligne 4, *au lieu de* 3500 mètres, *lisez* 2500 mètres.

» ligne 7, *au lieu de* 3000 mètres, *lisez* 2000 mètres.

Page 717, ligne 13 de la note (3), *au lieu de* température, initiale, *lisez* température initiale (sans virgule).

Page 718, ligne 4 de la note, *au lieu de* par la boîte de l'instrument, *lisez* par l'instrument.

Page 718, ligne 4 de la note, *au lieu de* qui ne laisse sortir que le, *lisez* qui laisse sortir le.

Page 718, ligne 11 en remontant, *au lieu de* seront très, *lisez* seront tous.

Page 719, ligne 1 de la note du tableau I, *supprimez* de ceux.

Page 720, tableau II, colonne *eau pure*, 32e chiffre, *au lieu de* 47^{cal}, *lisez* 74.

Page 723, ligne 4 de la note, *au lieu de* mes expériences, *lisez* des expériences directes.

Page 751, ligne 20, *au lieu de* 290°, *lisez* 280°.

(Séance du 25 septembre 1871.)

Page 771, *le dernier alinéa et le premier de la* page 772 *doivent être modifiés comme il suit :*

La quantité de chaleur ainsi calculée pour chacun des sulfates [laquelle provenant, de phénomènes qui suivent l'électrolyse proprement dite, n'est pas transmissible au courant et reste par conséquent confinée dans le voltamètre (1)] est une somme. Elle comprend : 1° la quantité de chaleur dégagée pendant la transformation des éléments de l'eau mis en liberté, c'est-à-dire pendant leur passage de *l'état actif à l'état ordinaire* (quantité inscrite au tableau III, où, théoriquement, elle devrait être la même pour tous les oxydes et dont le nombre 14012, trouvé expérimentalement pour le sulfate d'hydrogène, est l'expression la plus rapprochée; 2° la quantité de chaleur dégagée pendant la réaction de l'acide sulfurique étendu sur la base, également étendue de chacun de ces sels. Cette dernière quantité, qui diffère pour chacun des sulfates étudiés, a été obtenue en faisant réagir, etc... (*Suite à la ligne 7 de la page 772*).

Page 772, ligne 7 de la première note, *au lieu de* hydrogène, *lisez* oxygène.

Page 772, ligne 2 de la note, en remontant, *supprimez* successivement.

Page 774, ligne 18, *au lieu de* azote 35,5, *lisez* azote 35,8.

Page 775, ligne 1, *au lieu de* l'équivalent, *lisez* un équivalent.

Page 776, ligne 7, *au lieu de* métal. Cette, *lisez* métal, que cette.

Page 777, ligne 3, en remontant, *au lieu de* entraînant, *lisez* et entraîner.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Sept. 1871.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air (2) à 13m,7.	à 33m,0.	Température moyenne du sol (2) à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	758,9	18,8	30,4	24,60	17,5	32,3	24,90	24,6	24,8	22,77	21,97	20,99	12,5	14,75	63,5	»	5,5
2	758,4	17,9	30,3	24,10	16,9	32,2	24,55	26,2	25,8	23,69	22,42	21,41	13,5	15,14	59,5	»	4,5
3	756,9	17,9	21,9	19,90	17,1	23,4	20,25	18,1	18,0	20,22	20,85	21,25	7,0	11,94	77,0	»	12,5
4	753,5	13,2	26,3	19,75	12,5	29,0	20,75	20,5	20,3	20,56	20,34	20,50	8,2	14,97	81,2	»	0,0
5	759,1	16,5	23,0	19,75	15,6	24,0	19,80	18,8	19,0	20,26	20,25	20,32	9,8	12,40	74,0	»	1,5
6	756,6	16,1	27,9	22,00	14,5	29,6	22,05	22,1	22,4	21,18	20,54	20,36	14,5	13,13	64,5	»	2,5
7	758,4	17,2	20,2	18,70	16,6	20,7	18,65	18,1	17,9	20,24	20,26	20,43	3,1	12,51	78,5	»	8,0
8	752,4	15,6	18,5	17,05	15,0	18,9	16,95	15,9	15,4	18,84	19,15	19,75	1,7	12,39	89,2	»	0,0
9	753,2	13,7	19,1	16,40	12,8	21,4	17,10	15,2	14,8	17,74	18,36	19,17	11,8	9,87	74,2	»	12,5
10	753,5	12,3	23,7	18,00	10,6	25,3	17,95	19,2	18,6	18,63	18,37	18,81	12,9	11,38	68,0	»	3,0
11	752,8	14,6	18,4	16,50	13,7	20,0	16,85	15,7	15,5	17,92	18,28	18,91	4,3	11,86	88,2	»	1,5
12	755,7	13,9	21,3	17,60	13,0	22,2	17,60	17,4	17,0	18,20	18,23	18,62	9,9	12,12	78,0	»	4,5
13	758,1	12,7	20,7	16,70	12,1	21,3	16,70	16,6	16,3	17,64	17,82	18,56	14,6	9,14	63,7	»	3,5
14	759,1	11,5	19,9	15,70	10,2	21,7	15,95	16,4	16,3	17,06	17,25	18,24	14,7	8,36	57,7	»	4,0
15	759,2	12,5	22,7	17,60	10,9	24,6	17,75	17,3	16,9	17,42	17,54	18,21	13,6	10,11	68,5	»	1,5
16	759,2	11,9	23,6	17,75	10,2	25,0	17,60	17,8	17,5	17,85	17,72	18,24	13,3	10,65	68,2	»	1,5
17	758,0	13,0	22,2	17,60	10,4	24,0	17,20	16,5	16,6	17,95	17,91	18,39	14,3	8,28	58,0	»	4,0
18	756,7	9,5	16,2	12,85	8,7	17,9	13,30	12,3	12,0	16,22	16,80	18,02	11,3	7,87	71,2	»	1,0
19	756,9	8,3	17,4	12,85	6,3	18,5	12,40	13,0	12,9	15,22	15,74	17,32	11,4	7,12	62,2	»	0,5
20	753,4	8,2	17,5	12,85	6,3	20,4	13,35	13,9	13,7	15,42	15,56	16,91	8,0	7,61	61,7	»	1,0
21	742,5	11,6	15,1	13,35	10,7	16,5	13,60	12,9	12,8	15,33	15,82	16,85	1,0	10,08	87,0	»	0,0
22	753,8	11,0	16,6	13,80	9,1	18,8	13,95	12,9	12,5	14,62	15,22	16,44	12,0	7,64	68,2	»	1,0
23	752,5	8,8	16,9	12,85	6,8	17,0	11,90	15,6	15,3	15,19	15,17	16,14	4,6	10,49	75,7	»	3,0
24	745,3	14,6	18,5	16,55	14,9	19,3	17,10	13,0	12,8	15,11	15,53	16,19	2,5	9,43	79,7	»	16,0
25	749,0	6,1	13,8	9,95	4,9	13,8	9,35	11,8	11,2	13,32	13,75	15,37	3,1	9,22	82,0	»	9,5
26	743,7	11,0	17,2	14,10	11,2	19,5	15,35	14,2	13,7	15,21	14,96	15,38	5,2	10,93	89,7	»	8,0
27	742,5	11,5	16,7	14,10	10,6	17,6	14,10	13,6	13,4	14,55	14,89	15,62	1,6	10,62	87,7	»	15,5
28	746,4	13,4	17,2	15,30	12,7	18,0	15,35	15,0	14,6	14,92	15,16	15,60	6,3	9,48	72,7	»	14,0
29	748,9	13,0	18,7	15,85	12,1	19,0	15,55	17,0	16,9	15,76	15,55	15,75	2,8	11,02	74,7	»	4,0
30	752,3	14,7	17,2	15,95	12,2	18,5	15,35	12,5	12,1	13,50	15,12	15,89	6,7	8,12	74,7	»	10,5
Moy.	753,6	13,03	20,30	16,67	11,87	21,68	16,78	16,45	16,21	17,42	17,55	18,12	8,5	10,62	73,3	»	5,2

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.
(2) Moyenne des observations à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — SEPT. 1871.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin.			PLUIE.		ÉVAPORATION.	VENTS.		NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Terrasse (1).	Cour.		Direction et force.	Nuages.		
1	17°.37′,6	65°.43′,4	4,6646	»	»	2,3	SO tr.-faible.	OSO	0,5	»
2	37,5	43,8	4,6361	»	»	»	OSO tr.-faible.	»	0,1	Soirée éclairs au S.
3	35,4	44,4	4,6627	1,2	1,3	3,5	OSO tr.-faible.	SO	0,7	Tonnerre à 6h ½ m.
4	36,6	44,4	4,6467	3,1	2,9	3,0	S faible.	SSO	0,6	Orages.
5	47,3	43,5	4,6466	17,3	15,1	»	N faible.	SO	0,3	Éclairs.
6	38,0	44,6	4,6529	»	»	3,0	var. tr.-faible.	»	0,1	»
7	35,6	44,7	4,6577	0,5	0,5	3,7	O faible.	OSO	0,9	»
8	38,1	46,7	4,6421	0,6	0,6	0,7	ONO faible.	S	1,0	»
9	36,9	46,5	4,6438	8,7	9,3	3,0	OSO faible.	SO	0,4	»
10	30,0	44,4	4,6396	»	»	3,3	S faible.	S	0,2	»
11	29,6	45,6	4,6464	»	»	2,0	ONO faible.	O	0,7	»
12	38,1	44,6	4,6355	4,3	4,6	1,6	NO faible.	N	0,3	»
13	37,3	44,1	4,6421	»	»	1,8	NE modéré.	NE	0,1	»
14	37,0	43,7	4,6293	»	»	1,5	ENE modéré.	»	0,0	»
15	48,7	47,1	4,6274	»	»	2,2	E faible.	»	0,0	Éclairs dans la soirée.
16	47,0	43,5	4,6272	»	»	2,9	NE faible.	ENE	0,0	Éclairs dans la soirée.
17	37,0	44,6	4,6428	»	»	1,8	ENE faible.	»	0,0	»
18	43,6	46,2	4,6435	»	»	2,3	NE faible.	NE	0,2	»
19	39,2	44,7	4,6384	»	»	4,9	NE faible.	NE	0,4	»
20	39,6	45,1	4,6462	»	»	1,5	E faible.	NE	0,5	»
21	38,3	44,8	4,6450	1,5	1,5	1,4	N faible.	»	1,0	»
22	38,0	43,2	4,6296	0,5	0,5	»	ONO faible.	O	0,4	»
23	40,9	44,6	4,6404	»	»	1,5	var. as. fort.	O	0,8	»
24	41,4	48,3	4,6002	5,5	6,3	»	OSO as. fort.	SO	0,9	Halo lunaire.
25	39,1	44,9	4,6416	0,6	0,6	1,4	E faible.	variable.	0,9	»
26	39,8	44,2	4,6370	9,8	10,6	6,6	O faible.	O	0,8	Halo lunaire.
27	49,4	44,3	4,6468	0,8	1,2	2,8	SSO fort.	SSO	0,9	»
28	37,8	45,0	4,6355	3,2	5,0	1,8	SO très-fort.	SO	0,8	»
29	41,4	46,0	4,6374	0,7	0,8	1,8	S modéré.	SO	1,0	»
30	41,0	45,0	4,6526	»	»	2,4	O fort.	O	0,8	Halo lunaire.
Moy.	17.39,2	65.44,9	4,6413	58,3	60,8	»			0,51	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Septembre 1871.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy. (1)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	753,59	753,80	753,28	753,13	753,23	753,71	753,70	753,62
Pression de l'air sec	743,35	743,01	742,54	742,35	742,39	743,21	743,25	743,00
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (salle méridienne)	14,27	16,72	18,97	19,58	18,55	16,26	14,97	16,73
Thermomètre à mercure (jardin), *t*	13,96	17,16	19,82	20,06	17,87	15,61	14,22	16,70
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	14,49	16,82	19,53	19,82	17,48	15,38	14,00	16,43
Thermomètre électrique (13m,7)	14,01	17,11	18,85	19,79	18,39	15,99	14,41	16,59
» (33m,0)	13,89	16,22	18,65	19,47	18,02	15,71	14,26	16,21
Thermomètre noir dans le vide, T	16,99	27,75	33,03	30,71	17,71	14,75	13,65	22,29
Excès (T — *t*)	3,03	10,59	13,21	10,65	—0,16	—0,86	—0,57	5,59
Thermomètre de Leslie	2,29	5,36	6,54	5,13	0,39	"	"	"
Température du sol à 0m,02	16,10	17,20	18,66	18,87	17,88	17,11	16,70	17,42
» 0m,10	16,89	17,11	17,78	18,35	18,19	17,83	17,49	17,55
» 0m,30	18,13	18,12	18,04	18,01	18,09	18,51	18,15	18,20
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Tension de la vapeur	10,24	10,79	10,74	10,78	10,84	10,50	10,45	10,62
État hygrométrique	83,8	71,6	62,0	61,7	70,3	77,0	82,7	73,3
Inclinaison magnétique 65° +	43′,95	44′,79	43′,60	43′,03	43′,25	43′,39	43′,63	43′,85
Déclinaison magnétique 17° +	36,85	38,27	47,33	44,89	39,67	38,71	36,48	40,19
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pluie (udomètre du jardin)	7,2	2,1	6,9	15,4	22,1	6,7	4,5	64,9

La période la plus pluvieuse du jour, comprise entre 3 heures et 6 heures du soir en juillet dernier, était comprise entre midi et 3 heures du soir en août; elle tombe de nouveau entre 3 heures et 6 heures du soir pendant le mois de septembre.

Le baromètre passe par un maximum de 753mm,8 à 9 heures du matin, et de 753mm,7 à 9 heures du soir. Le minimum a lieu vers 3 heures du soir; il est de 752mm,4. L'oscillation a été de 0mm,67. La hauteur moyenne du baromètre pendant ce mois, à midi, est inférieure à la moyenne de midi calculée par Bouvard. La lecture absolue la plus élevée a été de 759mm,61 le 16, et la plus basse de 740mm,63 le 25.

Quant aux températures, voici quelles sont les moyennes déduites des diverses observations :

Moyenne des maxima et minima des thermomètres de la salle méridienne		16°,61
» » »	du jardin	16,74
Moyenne des observations de 9 heures matin, midi, 9 heures soir, minuit,	du thermomètre de la salle méridienne	16,73
	» à mercure (jardin)	16,70
	» à alcool incolore (jardin)	16,43
	» Becquerel à 13m,7	16,59
	» » 33m,0	16,21

Le thermomètre noir dans le vide a acccusé en juillet un excès moyen de 13°,98 à midi, et en août de 17°,06 à la même heure. Cet excès diminue en septembre : il a été seulement de 13°,21.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'histoire, en l'état présent, de la théorie des comètes; par* M. Faye.

« Dans un beau et savant discours prononcé devant l'Association Britannique, à Édimbourg, le Président, sir W. Thomson, retraçant le tableau des progrès et de l'état actuel de nos connaissances, a été conduit à parler, dans les termes suivants, d'une branche de l'astronomie qui n'a pas participé sans doute aux progrès brillants de cette science, mais qui, du moins, n'est pas restée tout à fait stationnaire :

« On a fait, depuis peu, de très-grands pas vers la découverte de la nature des comètes; on a établi, avec un degré suffisant de certitude, la vérité d'une hypothèse qui m'a paru longtemps probable : elles consisteraient en groupes de pierres météoriques. On rendrait compte ainsi, d'une manière satisfaisante, de la lumière du noyau; et l'on donne une explication, simple et rationnelle, des phénomènes présentés par les queues de comètes, phénomènes regardés, par les plus grands astronomes, comme presque surnaturellement merveilleux (1). »

» Il est bien vrai, je le répète, que la théorie des comètes n'est pas aussi

(1) Cf. *Les Mondes*, p. 425.

avancée que le reste de la science astronomique. Il s'en faut cependant de beaucoup que cette branche soit restée à l'état informe où la placent les assertions qu'on vient de lire. Il y aurait dommage pour la science à laisser s'accréditer une pareille opinion, surtout quand l'orateur a pu citer à l'appui les lignes suivantes de sir J. Herschel :

» Il y a, sans aucun doute, quelque profond secret, quelque mystère de la nature caché dans le phénomène de leurs queues. Peut-être n'y a-t-il pas trop de présomption à espérer que, dans l'avenir, l'observation, aidée du secours de la spéculation rationnelle (spécialement de ses branches qui se rattachent aux éléments éthérés ou impondérables), pourra bientôt nous permettre de pénétrer ce mystère, et de déclarer si c'est réellement de la *matière*, dans l'ordinaire acception du mot, qui est projetée de leurs têtes avec une vitesse si extraordinaire, et si elle n'est pas poussée ou, au moins, dirigée dans sa course par rapport au Soleil, qui serait comme le point d'évitement. Sous aucun rapport, la question de la matérialité de la queue ne soulève autant de difficultés que quand nous considérons l'aire énorme qu'elle balaye autour du Soleil à son périhélie, à la manière d'une ligne droite et rigide, en dépit de la loi de la gravitation et même des lois reçues du mouvement. »

» Impossible de passer plus facilement sur deux siècles de travaux. Si l'on prenait ces lignes au pied de la lettre, elles prouveraient seulement que les astronomes qui se sont occupés de cette théorie n'ont pas su faire parvenir leurs travaux jusqu'en Angleterre. Je serais même disposé à rejeter toute la faute sur leur négligence, si le même oubli n'avait enterré jusqu'aux pages, pourtant classiques, du livre des *Principes*, où Newton a expliqué, il y a deux siècles, les phénomènes qui viennent d'inspirer des doutes si étranges.

» Je vais essayer de remettre sur ses pieds cette théorie, bien compromise, à ce qu'il paraît, dans l'esprit des plus illustres physiciens anglais, et de montrer que, si depuis Newton la branche cométaire n'a pas marché du même pas que son aînée, elle n'en est pourtant pas restée au point où tout serait encore à recommencer, où tout dépendrait de révélations subites apportées par quelque fait nouveau, en un mot, que ce soit un problème vierge, livré au hasard des premières tentatives de l'imagination. Le meilleur moyen, ce me semble, c'est de vous en esquisser l'histoire à grands traits.

» Pour cela remontons un instant à l'époque où Newton n'avait pas encore complété sa doctrine, je veux dire à l'époque où l'attraction, reconnue comme force céleste, n'avait pas encore été identifiée avec la pesanteur. A ce moment l'attraction était connue; son existence et ses lois avaient été conclues, grâce à la nouvelle analyse, des faits si heureusement

coordonnés par Kepler, et Newton prévoyait déjà qu'on pourrait y rattacher mathématiquement les circonstances les plus délicates du mouvement des astres. Seule, la nature de la force était inconnue. L'hypothèse était toute prête cependant, mais il y fallait la vérification expérimentale. La première tentative de Newton échoua, on le sait, parce qu'une des données de l'expérience, le mille anglais, était et est encore entachée d'une grosse erreur. La seconde réussit, quelques années après, grâce aux expériences du pendule exécutées à l'Observatoire de Paris par un Membre de notre Académie, Huyghens, et à la mesure de la Terre due à son confrère Picard.

» Admettez un instant que l'expérience, déjà si délicate, ait été plus difficile encore; que Huyghens ne nous ait pas montré sitôt à mesurer exactement la gravité avec le pendule, et que notre Académie ait différé d'ordonner la mesure de la Terre : aurait-on pour cela considéré comme vaine la théorie naissante de l'attraction et la vaste perspective qu'elle ouvrait déjà à la science? Non; seulement, les critiques que Newton redoutait auraient eu beau jeu pour accuser l'auteur de faire intervenir les qualités occultes dans la science; les tendances hypothétiques, dont le cartésianisme est la plus haute expression, se seraient donné carrière, et les géomètres n'auraient pas abordé avec confiance la voie, déjà féconde, qui leur était ouverte. Mais enfin la théorie aurait marché, comme elle a marché effectivement dans la tête de Newton, en attendant l'expérience décisive, uniquement retardée par des difficultés de laboratoire.

» Eh bien! la théorie des comètes en est précisément à ce point aujourd'hui. On sait que les queues, simples ou multiples, presque droites ou fortement courbées en arrière, sont dues à une action répulsive du Soleil. Les caractères principaux de cette force ont été nettement déterminés par la discussion approfondie des observations. Loin de se refuser aux lois de la mécanique ordinaire, c'est précisément par l'intermédiaire de ces lois que les phénomènes les plus compliqués en apparence se rattachent à cette force. Seulement, la nature de la force solaire n'est pas encore définitivement connue. Diverses hypothèses ont été proposées : les unes, non susceptibles de vérification expérimentale, n'entrent même pas en ligne de compte; d'autres ont été soumises à l'expérience et rejetées par elle; une dernière, enfin, celle que j'ai proposée moi-même, a déjà subi cet indispensable contrôle. L'expérience a été favorable, mais non décisive : *adhuc sub judice lis est.* Si le procès était jugé en ma faveur, cette force, exercée sous nos yeux dans le ciel par la surface du Soleil, prendrait le nom de *répulsion des surfaces incandescentes.* Mais, je le répète, la force

solaire n'est pas plus contestable que les phénomènes qui nous la révèlent.

» On s'étonnera peut-être de ce que ces deux théories, celle de l'attraction universelle et celle de la répulsion, sorties toutes deux du cerveau puissant du même géomètre, aient eu toutes deux des destinées si opposées. En quelques années la première a pris une forme définitive et féconde; l'autre en est encore, après deux siècles, à chercher son dernier mot. La première, entre les mains des géomètres français, est devenue la Mécanique céleste; elle vient de recevoir, sous nos yeux, le sceau de la perfection par la découverte de Neptune, qui a fait disparaître les dernières discordances planétaires, et par une théorie de la Lune qui exprime, sous les symboles les plus généraux de l'analyse, les inégalités si compliquées de notre satellite : nous avons vu ébaucher et terminer une science en moins de deux siècles. L'autre s'est traînée languissamment dans l'oubli : vous le voyez, elle a besoin d'un avocat pour plaider sa cause, qu'on voudrait trancher contre elle dans le pays même de son fondateur.

» Et pourtant, si, au point de vue de la grandeur des résultats et de l'utilité pratique, la première efface complétement la seconde, au point de vue de la raison pure ou de ce que les Anglais appellent, depuis Newton, la *philosophie naturelle,* elles ont exactement la même importance. Dans notre petit monde actuel l'action de la seconde force se réduit, il est vrai, jusqu'ici, à quelques phénomènes gigantesques dont les comètes nous offrent de temps en temps le curieux spectacle; mais notre monde n'est pas le seul dans l'immense univers, et peut-être les nébuleuses et les amas d'étoiles, que nous voyons briller au ciel par milliers, réalisent-elles sous nos yeux un état de choses tout différent où la seconde force aurait la prépondérance. Pour nous en tenir à notre propre monde, il est aisé d'imaginer un état de choses pareil, car si l'hypothèse cosmogonique de Laplace est vraie, il a dû se réaliser à l'origine. En tout cas, l'état inverse, d'où la force répulsive disparaîtrait entièrement pour laisser place enfin au jeu d'une force vraiment unique, est précisément celui vers lequel nous marchons : mais il est incompatible avec la vie, et les hommes auront disparu avant qu'il soit atteint.

» Malheureusement Newton n'a pas pensé ainsi. Il a été, il devait être frappé, au contraire, de l'idée d'une force unique gouvernant l'univers. C'est par là qu'il termine et couronne, pour ainsi dire, son immortel ouvrage : « *Et satis est quod gravitas revera existat, et agat secundum leges a » nobis expositas, et ad corporum cœlestium et maris nostri motus omnes suffi- » ciat.* » Le mauvais sort qui a pesé, dès l'origine, sur la question des co-

mètes vient de là. Cette nouvelle force serait venue déranger l'unité grandiose du système et l'exposer peut-être à un redoublement de critiques. Toujours est-il que l'auteur a tout fait pour l'écarter, tout, jusqu'à être infidèle à ses règles fondamentales, jusqu'à émettre, dans ce but malheureux, une hypothèse impossible, lui qui, pourtant, s'était arrêté net, quand il s'agissait de l'attraction, devant une vérification expérimentale qui n'avait pas réussi du premier coup.

» En effet la doctrine newtonienne n'est pas tout à fait ce que l'on suppose : on ne l'a jamais présentée complétement. La voici formulée en deux points :

» 1° Les corps... s'attirent en raison directe de leur masse et en raison inverse du carré de leur distance. Cette attraction, inhérente aux dernières particules de la matière, indépendante de leur état physique, suffit pour représenter les mouvements célestes *pourvu que*

» 2° L'espace soit rempli d'une matière très-rare (*materia cœlorum*) formant autour du Soleil une atmosphère assez semblable à la nôtre. La résistance aux mouvements des astres est négligeable à cause de leur grande densité, mais l'influence de ce milieu gravitant devient sensible, par l'intermédiaire de l'attraction solaire, dans les mouvements des nébulosités cométaires.

» Ce second point, qu'on ne cite jamais, n'était nullement accessoire dans l'esprit de Newton, mais essentiel et fondamental. Il avait suivi, observé, avec les télescopes construits de ses mains, la grande comète de 1680; il avait vu la matière monter dans le ciel au rebours de l'attraction; il avait déterminé la marche de cette émission gigantesque de vingt-cinq millions de lieues par un procédé géométrique dont plus tard Brandes, Bessel et Peirce (1) se sont inspirés pour formuler une sorte d'équation de la courbe axiale des queues de comètes. Or il n'y avait que cette alternative : ou la répulsion observée est réelle, comme le voulait Kepler, ou elle est apparente. Si la répulsion est réelle, de quel droit présenterait-on l'attraction comme la force unique? Newton ne pouvait vouloir qu'une répulsion apparente.

» Ce n'était pas chose bien difficile que d'évincer l'alternative désagréable et de se déclarer pour une force apparente, tout en avouant, et il le fit, que le contraire ne répugnait en rien à la raison. Un exemple tout aussi familier que la célèbre pomme de 1665 va nous en donner le moyen.

---

(1) Je n'ai pas pu, malheureusement, me procurer le Mémoire de M. Peirce.

Les corps qui se meuvent près de nous en sens inverse de l'attraction terrestre obéissent en effet à une répulsion réelle, si une cause mécanique supérieure à la gravité les lance de bas en haut; ils obéissent à une répulsion apparente s'ils s'élèvent comme un ballon, par suite de leur légèreté spécifique, et il est vrai de dire qu'en s'élevant ils obéissent encore à l'attraction. Il n'y avait donc qu'à entourer le Soleil d'une vaste atmosphère semblable à la nôtre, très-rare, mais *pondérable* et pesant de couche en couche jusque sur la surface du Soleil qui lui sert de base, de plus en plus dense, par conséquent, dans le voisinage de cet astre. Alors la matière cométaire, sous l'influence de la chaleur du Soleil, devait s'élever dans cette atmosphère à peu près comme la fumée d'une cheminée s'élève dans la nôtre.

» Newton sentit lui-même, en formulant cette hypothèse toute gratuite, qu'il faisait ainsi un bien grand sacrifice à l'unité de force; car, à ce moment, les expressions dubitatives abondent sous sa plume; on sent l'hésitation à chaque pas qu'il fait dans cette malheureuse voie. Lui qui avait si merveilleusement constaté la liberté entière des mouvements planétaires, le voilà qui cherche à restreindre le plus possible cette atmosphère gênante, et pourtant il faudra bien la prolonger au delà de l'orbite de la Terre, partout où une comète revêt une queue à son périhélie. Toutefois il en tira, avec son génie habituel, une conclusion bien remarquable. Je veux parler de l'accélération qui pourrait être produite, sur les noyaux mêmes des comètes, par la résistance de cette atmosphère céleste. Aussi quand Encke eut constaté qu'effectivement la seule comète dont la longue durée se prêtât à une pareille recherche présentait une accélération sensible, trouva-t-il dans le livre de Newton l'explication toute prête. De là les hypothèses de milieux résistants de toute nature dont on encombra l'espace et dont les géomètres développèrent les conséquences. Mais ce n'était même pas un succès pour l'idée de Newton, car elle était déjà devenue absolument inadmissible à la suite d'une remarque capitale de Laplace. On sait, en effet, et c'est là-dessus qu'est basée la fameuse théorie cosmogonique de notre grand géomètre, que l'atmosphère du Soleil ne saurait dépasser une certaine limite, actuellement fort étroite, c'est-à-dire la région où la force centrifuge, née de la rotation, ferait équilibre à la pesanteur. Pour que celle de Newton pût exister, il faudrait que le Soleil ne tournât pas. Or, si le milieu supposé cesse d'être une atmosphère autour du Soleil, la répulsion apparente s'évanouit, et les comètes ne peuvent plus avoir de queue qu'en vertu de la répulsion réelle si soigneusement écartée par Newton.

» En résumé, tant que les phénomènes considérés n'exigent pas qu'on se prononce entre une répulsion réelle et une répulsion apparente, la théorie ébauchée par Newton, il y a deux cents ans, est parfaitement vraie, et sa seule lecture aurait dû suffire, je pense, pour dissiper les doutes qui viennent de se révéler dans une occasion solennelle. Mais, quand il a fallu opter entre la répulsion réelle et la répulsion apparente, Newton, pour sauvegarder l'idée d'une force unique, a commis une erreur qui a pesé pendant deux siècles sur toute une branche de l'astronomie. C'est pourquoi nous en sommes encore aujourd'hui à démêler péniblement cette force au milieu de l'encombrement d'hypothèses qui la masquent à notre esprit.

» Qu'il me soit permis maintenant de dire quelques mots de mes travaux sur ce sujet. Je ne doutais pas, après Kepler, Euler, Olbers et Bessel, de l'existence d'un pareille force: mais quels devaient en être les caractères et la nature? Olbers avait parlé d'électricité, Bessel de forces polaires. Cela me semblait peu satisfaisant. Comment d'ailleurs se débarrasser entièrement de l'hypothèse néfaste de Newton, quand je la voyais triompher à moitié dans l'accélération de la comète d'Encke? C'est par là que je commençai : je me mis à chercher si la force répulsive du Soleil ne pourrait pas produire elle-même cette accélération célèbre. L'analyse répondit qu'il suffisait pour cela que la répulsion solaire ne se propageât pas instantanément comme l'attraction, mais successivement et avec une très-grande vitesse. Les inégalités séculaires, dues à cette successivité, s'accordent en tous points avec les caractères de l'accélération observée (1). Cherchant de même un à un les autres caractères de cette force dans l'étude des figures si compliquées de la tête des comètes, et, aidé dans ce dernier travail par un excellent Mémoire de M. Roche sur les atmosphères des corps célestes, je suis arrivé à les formuler ainsi :

» Le Soleil exerce sur les corps, à travers les espaces célestes, une action répulsive qui varie en raison des surfaces et non en raison des masses comme l'attraction. Cette force peut être interceptée par les corps comme par un écran, tandis que l'attraction agit à travers toute matière. Sa propagation dans l'espace libre n'est pas instantanée comme celle de l'attraction, mais successive comme celle de la lumière et de la chaleur. Enfin elle n'est pas indépendante, comme l'attraction, de l'état physique du corps qui l'exerce, car le Soleil paraît bien en être seul doué dans notre système.

» Vous voyez, Messieurs, que tout cela dérive de l'observation et du calcul; il n'y a point là d'hypothèse. Telle est donc la formule qui doit

(1) Cette analyse a été vérifiée par M. Plana.

remplacer désormais la seconde partie que je restituais tout à l'heure à la doctrine de Newton, partie hypothétique que les faits et les progrès de la mécanique ont absolument condamnée, et qui ne servait d'ailleurs qu'à esquiver la pluralité des forces cosmiques.

» Mais, quand il s'est agi de rechercher la nature et le nom de cette force désignée jusqu'ici sous le nom vague de *répulsion solaire*, il a fallu une hypothèse provisoire absolument comme pour l'attraction. Ici nous n'avons plus pour guide qu'une seule idée, savoir que les forces célestes sont probablement de même nature que les forces physiques qui agissent sur terre autour de nous. Mais aussi nous avons un contrôle qui nous empêchera de nous perdre dans le vague des suppositions, savoir la vérification expérimentale. Cette dernière partie de l'œuvre a été effectivement entamée, comme je le disais tout à l'heure.

» La répulsion du Soleil a été hypothétiquement attribuée à l'état d'incandescence de sa surface. L'expérience vérificative a été tentée; elle consistait à faire agir sur de l'air très-raréfié la répulsion supposée d'une plaque métallique chauffée jusqu'à l'incandescence, et l'on rendait cet air visible au moyen de l'étincelle d'induction d'une assez forte bobine de Ruhmkorff. Une répulsion s'est manifestée aussitôt; plusieurs de nos confrères, MM. E. Becquerel et Jamin entre autres, ont assisté à ces expériences. Toutefois il reste encore un doute sur l'interprétation du phénomène. J'espère obtenir un résultat décisif à la seconde tentative. Mais il importe de répéter, pardonnez-moi de le dire jusqu'à satiété, que la chose à vérifier ici c'est l'espèce de la force et non l'existence ni les caractères généraux de cette force. Quand bien même j'échouerais en cela, quand même il faudrait se résigner à quêter une nouvelle hypothèse, la théorie des comètes, basée sur nos travaux depuis deux siècles, resterait inébranlable, et nous en serions quittes pour nous servir provisoirement du mot indéterminé de *répulsion solaire*. Mais aussi, en cas de succès, la nature intime de la force étant dévoilée par son identification avec l'une de nos forces physiques, les hésitations cesseront, la théorie offrira une prise plus sûre à l'application des ressources puissantes de l'analyse; peut-être même les sciences physiques y trouveront-elles un nouvel aliment par la généralisation soudaine des vues qui lui sont propres.

» Dans une prochaine séance, je discuterai un Mémoire sur la théorie des comètes qu'un physicien allemand, M. Zœllner, a bien voulu m'adresser de Leipzig. Il s'agit cette fois de savoir si la force répulsive ne pourrait pas être attribuée à l'électricité solaire, question à laquelle un Mémoire tout récent de M. Becquerel donne un grand intérêt. »

« M. **Delaunay** annonce à l'Académie que la comète d'Encke, dont on attendait le retour, vient d'être observée à Marseille, dans la dernière nuit (du 8 au 9 octobre), par M. Stephan. Voici la dépêche qu'il a reçue de cet astronome :

« Cette nuit, observé complétement comète Encke, encore très-faible, » mais temps un peu brumeux. »

» M. Stephan cherchait, depuis quelque temps, à apercevoir la comète dans les positions que lui assignait l'éphéméride. Cette recherche lui a fait découvrir sept nébuleuses nouvelles, dont il donnera ultérieurement les positions exactes. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à la Note de* M. Chasles; *par* **M. Bertrand**.

« M. Chasles a appelé de nouveau l'attention sur quelques lignes du texte d'Aboul-Wefâ, sur lesquelles, dit-il, il est indispensable de s'expliquer. Je n'éprouve aucun embarras à le faire, non que ces lignes soient claires à mes yeux; l'auteur y parle d'un calcul rectifié, quel est ce calcul? Les conjectures peuvent se concilier avec toutes les opinions, non les justifier. Voici ma supposition : Aboul-Wefâ observait la Lune lorsqu'elle était à la fois en trine ou sextile et au périgée. S'il avait attendu que ces conditions fussent rigoureusement remplies, il n'aurait pas trouvé, dans sa vie entière, l'occasion de faire quatre observations. La Lune, il faut le croire, aux moments qu'il indique, était donc approximativement, non exactement, au périgée, les inégalités de Ptolémée n'étaient pas nulles alors, mais très-petites, et cette petitesse même exigeait l'emploi de formules particulières et d'un calcul rectifié.

» J'ajouterai quelques mots :

» M. Chasles suppose que la troisième inégalité d'Aboul-Wefâ « s'ajoute » aux deux premières, rectifiées par la prosneuse, et complète le système »; ce qui est, dit-il, « la démonstration de cette rectification, et, conséquemment, de la construction par laquelle elle se fait.... » Sur cette assertion, voici l'observation que l'on peut faire : lorsque, pour vérifier une théorie de la Lune, on cherche ce qu'il convient d'y ajouter, s'il arrive qu'une addition soit nécessaire, si l'on trouve qu'il faut apporter une rectification au lieu assigné jusque-là, ce changement doit laisser quelque trace dans la construction, qui ne saurait être alors, comme elle l'est dans le cas actuel, la reproduction pure et simple de la règle prescrite antérieurement. »

« **M. Le Verrier** rappelle que, dans le cours de la discussion relative au célèbre astronome arabe, plusieurs Membres de l'Académie, M. le Président entre autres, ont exprimé le vœu qu'il fût fait des recherches dans les bibliothèques de l'Orient, où l'on pourrait peut-être découvrir des manuscrits plus complets concernant les œuvres astronomiques d'Aboul-Wefâ. Il croit savoir, et l'Académie apprendra avec satisfaction que, ce vœu étant parvenu à la connaissance de l'illustre chef de l'État, des ordres ont été donnés pour que les recherches nécessaires soient faites par les agents de la France en Orient. »

« **M. Chasles** dit qu'il avait trouvé, il y a une vingtaine d'années, dans un Ouvrage dont il ne se rappelle pas le titre, quelque indice de l'existence du Traité d'Aboul-Wefâ dans une bibliothèque de Constantinople. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'énergie voltaïque* (suite); *par* **M. P.-A. Favre** (1).

« Mon ami M. Félix Le Blanc, à l'occasion d'un travail dont il avait été chargé, comme rapporteur d'une Commission spéciale, avait comparé, dès 1853, les piles à deux liquides, en substituant à l'acide azotique divers composés réductibles par l'hydrogène. Je lui laisse le soin de publier lui-même ces intéressantes recherches, dans les résultats desquelles j'avais eu la satisfaction de trouver la confirmation de mes propres vues, que M. Le Blanc avait bien voulu prendre pour guide et soumettre au contrôle de son expérience.

» J'ai déjà étudié moi-même, au point de vue de l'*énergie voltaïque*, les couples de Smée, de Daniel, de Grove et de M. Marié-Davy, ainsi que les couples à acide chromique et à eau oxygénée (2).

» Les présentes recherches se rapportent à la détermination de l'énergie voltaïque des couples à acide permanganique, à acide azotique fumant, à acide hypochloreux, et du couple dans lequel l'hydrogène allié au palladium est attaqué par le sulfate de cuivre.

» Je me suis aussi proposé de déterminer, plus exactement que je n'avais

---

(1) Quelques erreurs, pouvant modifier le sens, se sont glissées dans mes deux précédents Mémoires (séances des 18 et 25 septembre). Le lecteur trouvera, à ce sujet, un *errata* à la fin du n° 14 (séance du 2 octobre courant).

(2) *Comptes rendus*, t. LXIX, séance du 5 juillet 1869.

pu le faire jusqu'à ce jour, l'énergie voltaïque du couple de Smée, en faisant usage d'une méthode qui doit être employée toutes les fois qu'on veut déterminer, aussi approximativement que possible, l'énergie voltaïque d'un couple où l'acide sulfurique du couple de Smée est remplacé par un acide quelconque. En effet, cette méthode permet d'opérer avec une pile dans laquelle toute attaque locale du zinc a cessé, sans qu'on ait à craindre, dans l'un des couples, l'électrolyse partielle du sel de zinc qui s'y est formé nécessairement pendant cette attaque, qu'il est presque impossible d'éviter complétement avec des couples neufs, et dont la durée peut se prolonger pendant un temps plus ou moins long.

» Voici en quoi consiste cette méthode :

» L'électromoteur dont on veut déterminer l'énergie voltaïque occupant l'intérieur du calorimètre, on donne à la partie extérieure du circuit une résistance telle, que la résistance physique de la partie intérieure qui comprend l'électromoteur devient négligeable; toutefois, comme il faut que l'électrolyse du sulfate de zinc formé pendant la période d'action locale (et dont il a fallu attendre la cessation complète) ne soit pas à craindre dans les couples [car cet effet, en augmentant la quantité de chaleur qui y reste confinée (1), diminuerait d'autant celle qui, transportée au dehors, représente l'énergie voltaïque de l'électromoteur], la résistance de la partie extérieure du circuit doit être en même temps électrolytique et physique. Pour qu'il en soit ainsi, on introduit un voltamètre et un thermorhéostat (2) dans la partie extérieure du circuit. Le voltamètre doit renfermer, en dissolution, un électrolyte tel, que si l'un des couples de l'électromoteur tendait à fonctionner comme un couple à lames de zinc baignant dans une dissolution de sulfate de zinc (c'est-à-dire comme *couple compensateur* et non plus comme *couple producteur*), l'énergie voltaïque de l'électromoteur devienne trop faible pour le décomposer. Le thermorhéostat doit compléter la résistance de la partie extérieure du circuit.

» Pour appliquer cette méthode à la détermination de l'énergie voltaïque du couple de Smée, il faut se rappeler que cette énergie voltaïque (déterminée dans des conditions moins satisfaisantes) a été trouvée égale

---

(1) Par suite de l'attaque plus ou moins immédiate de la totalité du zinc déposé sur le platine des couples : ce qui constitue une action purement locale.

(2) Lorsque le circuit renferme un rhéostat, celui-ci, dans les recherches thermiques sur les électromoteurs, fonctionne, tantôt comme *thermorhéostat*, tantôt comme *thermorhéomètre;* et c'est ainsi que je l'emploie depuis plusieurs années.

à 14500 calories environ. D'autre part, pour électrolyser le sulfate de zinc, il faut emprunter à l'électromoteur 66000 calories environ. Il en résulte qu'en employant comme électromoteur une pile de cinq éléments de Smée et en introduisant dans le circuit un voltamètre à lames de platine plongeant dans 2 litres, environ, d'une dissolution normale de sulfate de zinc (1) (ou bien encore un voltamètre cloisonné renfermant la quantité ordinaire de la même liqueur, c'est-à-dire 120 centimètres cubes environ), le sel précité ne pourra être décomposé et la pile ne pourra fonctionner qu'à la condition que les cinq couples de Smée fonctionneront régulièrement. En effet, si un seul couple pouvait fonctionner comme *couple compensateur*, l'énergie voltaïque de l'électromoteur serait seulement quadruple de celle d'un couple de Smée, et ne serait plus représentée que par 58000 calories environ, quantité insuffisante pour décompoeer le sulfate de zinc, qui, je le rappelle, en exige 66000 environ.

» En opérant ainsi l'électrolyse du sulfate de zinc et en complétant la résistance extérieure du circuit, à l'aide d'un thermorhéostat suffisamment puissant, j'ai pu constater que, sur 19500 calories environ qui sont mises en jeu pendant la sulfatation du zinc dans le couple de Smée, 4550 calories seulement y restent confinées. Les 14950 calories complémentaires, qui sont transmissibles au circuit, soit en nombre rond 15000 calories, représentent donc l'énergie voltaïque de ce couple (2).

» Je dois rappeler que la recherche de l'énergie voltaïque des couples comporte deux séries d'expériences qu'il faut reproduire pour chacun d'eux. Dans la première série A, le calorimètre reçoit le couple à étudier, un couple de Smée et un thermorhéostat suffisamment puissant, lesquels sont réunis par des fils gros et courts, dont la résistance est négligeable. Dans la seconde série B le calorimètre ne reçoit que le couple à étudier, le couple de Smée ainsi que le thermorhéostat étant placés dehors.

---

(1) Dans une prochaine Communication, je dirai pourquoi il faut opérer sur une quantité de dissolution de sulfate de zinc aussi grande que possible.

(2) Afin d'éviter l'électrolyse si facile du sel de zinc qui prend naissance dans les couples platine et zinc amalgamés, plongés dans un acide quelconque étendu et pour mettre en jeu une quantité de chaleur suffisante, j'avais pensé à faire fonctionner en même temps, mais d'une manière indépendante, cinq couples de Smée, après avoir eu soin d'introduire dans chacun des circuits un thermorhéostat suffisamment puissant et placé à une distance convenable. En opérant dans ces conditions, j'ai obtenu des résultats plus satisfaisants, sans doute, que des résultats antérieurs, mais moins rigoureux, cependant, que les résultats obtenus en employant la méthode décrite dans ce Mémoire.

» I. *Couple à acide azotique fumant.* — Voici les moyennes des résultats :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans chaque couple.....	72214^{cal}	2867^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans le couple à l'étude et brûlé par l'oxygène de l'acide azotique..................................	52714 (1)	»
Chaleur transmissible au circuit (*énergie voltaïque*)........	»	49847 (2)

» L'étude de ce couple, qui n'est en réalité que le couple de Grove, déjà étudié, dans lequel l'acide azotique pur et à la concentration ordinaire, a été remplacé par de l'acide azotique, également pur, mais monohydraté, permet de constater l'influence exercée sur le phénomène thermique par la plus ou moins grande concentration de cet acide. C'est cette influence que nous allons faire ressortir en montrant que le couple de Grove, avec l'acide azotique le plus concentré, met en jeu une plus grande quantité de chaleur, que l'excès de chaleur ainsi produit est sensiblement égal à la quantité qui se dégage par l'hydratation de l'acide le plus concentré, et que cet excès de chaleur est transmissible au circuit.

» En effet, nous venons d'établir, d'une part, que le couple à acide fumant met en jeu 49847 calories transmissibles, et nous savons, par des expériences plus anciennes, que le couple à acide concentré ordinaire n'en met en jeu que 46447 également transmissibles. La différence est de 3400 calories en faveur du premier acide. D'autre part, en opérant sur chacun des acides précités, j'ai constaté que l'acide azotique fumant (3) dégage 5991 calories par l'addition de 100 équivalents d'eau, tandis que l'acide concentré ordinaire, additionné d'une égale quantité d'eau, n'en dégage que 1778. La différence est de 4213 calories, également en faveur du premier acide. J'ai donc ainsi démontré que, pendant la combustion de l'hydrogène, dans le compartiment négatif du couple, l'excès de chaleur

(1) Ce nombre est obtenu en soustrayant 19500 (nombre qui exprime en calories la quantité totale de chaleur dégagée dans le couple de Smée), de 72214 calories, exprimant, également en calories, la quantité totale de chaleur dégagée par les deux couples que renferme le calorimètre dans la série A d'expériences.

(2) Ce nombre est obtenu en soustrayant les 2867 calories, inscrites au tableau, des 52714 calories également inscrites au même tableau.

(3) En faisant l'analyse des acides mis en expérience, j'ai trouvé que pour 1 équivalent d'acide azotique monohydraté, AzO^6H, l'acide fumant renfermait 0,944 équivalents d'eau, tandis que l'acide concentré ordinaire en renfermait 6,850 équivalents.

renfermé dans l'acide le plus concentré accroît d'autant l'énergie voltaïque du couple de Grove.

» L'étude comparée des couples de Grove à acide azotique, d'une concentration variable, permet aussi de constater que la chaleur dégagée dans la réaction de l'eau, formée pendant l'expérience (par la combustion de l'hydrogène dans le compartiment négatif du couple), sur l'acide azotique fumant est plus considérable que celle qui se dégage dans sa réaction sur l'acide le moins concentré. Ce résultat pouvait être prévu, puisque l'eau ainsi formée réagit sur un acide plus ou moins concentré. Cette étude permet enfin de constater (ce qu'on pouvait également prévoir) que cet excès de chaleur reste confiné. On s'explique ainsi pourquoi le résultat de l'expérience de la série B a été positif, tandis qu'il a été négatif pour le couple à acide concentré ordinaire (1).

» Comparons maintenant ce qui se passe dans le couple de Grove à acide azotique fumant avec ce qui se passe lorsque le zinc, mis en contact avec l'acide dilué, s'attaque et donne naissance à de l'azotate de zinc, sans dégagement sensible de gaz, et voyons si le dernier phénomène (étudié par M. H. Sainte-Claire Deville, avec sa sagacité habituelle, dans ses belles recherches sur l'*état naissant* des corps) diffère du premier lorsqu'on envisage les deux effets au point de vue thermique.

» En employant un procédé que je ne peux pas décrire ici, j'ai attaqué, par l'acide azotique étendu, un poids parfaitement déterminé de zinc amalgamé, comme dans le couple de Grove. Pour 1 équivalent de zinc transformé en azotate, il s'est dégagé 43247 calories. Si à cette quantité l'on ajoute les 2000 calories environ (que donne en moins l'acide azotique étendu, comparé à l'acide sulfurique également étendu, dans l'attaque du zinc), ainsi que les 6000 calories, environ, que donne l'azotique fumant en s'hydratant, on obtient le nombre 51247, qui n'est pas très-éloigné de 52715 calories, nombre fourni par le couple de Grove à acide azotique fumant.

» Que se passe-t-il donc lorsque le zinc est mis en contact avec l'acide azotique dilué? Le zinc s'oxyde-t-il aux dépens de l'acide azotique, avant de passer à l'état d'azotate, ou bien se substitue-t-il à l'hydrogène de l'acide azotique, l'hydrogène ainsi mis en liberté étant brûlé par l'oxygène de cet acide?

« Je signalerai maintenant les résultats de quelques expériences qui aideront peut-être à l'interprétation des faits constatés par les expériences précitées.

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, séance du 5 juillet 1869.

» 1re *Expérience.* — Un couple de Smée, à acide azotique normal, placé à l'intérieur du calorimètre et associé à un couple de Smée à acide sulfurique normal, placé au dehors, verse, dans ce calorimètre, une grande quantité de chaleur, *sans production sensible de gaz,* tant que le circuit reste ouvert; mais, dès que le circuit est fermé, la chaleur accusée par le calorimètre augmente considérablement, et le couple à acide azotique qu'il renferme *fournit un volume d'hydrogène sensiblement égal à celui que donne le couple à acide sulfurique* placé à l'extérieur. Ainsi, lorsque le circuit est fermé, le phénomène étudié par M. H. Sainte-Claire Deville se produit en même temps que le phénomène franchement électrolytique commandé par le synchronisme dont il a été question dans ma dernière Communication (*Comptes rendus,* séance du 25 septembre 1871).

» 2e *Expérience.* — Dans un voltamètre à cloison, dont les électrodes sont en platine, et dont le compartiment négatif contient de l'acide sulfurique normal, tandis que le compartiment positif contient de l'acide azotique concentré, les choses se passent comme si les deux compartiments ne renfermaient que de l'acide sulfurique normal.

» 3e *Expérience.* — Un couple, à double cloison, contenant dans son compartiment moyen de l'acide azotique concentré (compris entre l'acide sulfurique normal du compartiment positif extérieur et l'acide sulfurique normal du compartiment négatif central), est placé hors du calorimètre qui renferme un couple de Smée, auquel il est associé, et un thermorhéostat suffisamment puissant. Dans ces conditions, le phénomène thermique ne diffère en rien de ce qu'il serait si l'acide azotique concentré était remplacé par de l'acide sulfurique normal. Si, au lieu d'un seul compartiment moyen, on en dispose un plus grand nombre, chacun renfermant l'un des acides oxydants énergiques que j'ai étudiés, les choses se passent encore de la même manière. Ainsi, pour ces acides qui se décomposent facilement, en cédant une portion de leur oxygène, l'échange qu'il font entre eux de leurs métalloïdes riches en oxygène et si peu stables, s'opère conformément à la loi du synchronisme que j'ai rappelée plus haut.

» II. *Couple à acide permanganique et acide sulfurique mélangés.* — Voici la moyenne des résultats fournis par les expériences :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans chaque couple....	80154cal	21420cal
Chaleur correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans le couple à l'étude et brûlé par l'oxygène de l'acide permanganique..........	60654	»
Chaleur transmissible au circuit (*énergie voltaïque*)........	»	39234

» Je ferai remarquer que, dans les expériences ci-dessus, la quantité de chaleur transmissible allait en diminuant d'une manière très-sensible avec le nombre des opérations qui se succédaient, et que, par conséquent, le couple à acide permanganique n'a pas la constance du couple de Grove, dont l'énergie voltaïque ne diminue que très-lentement avec l'affaiblissement de l'acide azotique qu'il renferme. Cela tient probablement à ce que l'oxygène qui brûle l'hydrogène dans le compartiment négatif du couple à acide permanganique, au fur et à mesure de sa production, est emprunté d'abord, presque uniquement, à l'acide permanganique, puis en partie, et de plus en plus, à l'acide manganeux qui provient de la réduction partielle du premier, et qui jouirait ainsi d'une plus grande stabilité.

» Je ferai également remarquer que, malgré la présence de l'acide sulfurique, qu'on mêle à l'acide permanganique, afin de dissoudre les oxydes provenant de sa réduction, il se forme cependant un précipité assez abondant. Ce précipité qui dégage, très-lentement, et pendant un certain temps, quelques bulles de gaz, est constitué par un oxyde qui s'attache plus spécialement à la surface extérieure du vase poreux contenant l'acide sulfurique normal et le zinc amalgamé et mouillée par l'acide permanganique contenu dans le second vase où plonge la lame de platine. Cet oxyde, inattaquable par les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique étendus, et par les acides sulfurique et azotique concentrés, à froid, est rapidement attaqué par l'acide chlorhydrique concentré, à froid, avec dégagement de chlore.

» III. *Couple à acide hypochloreux.* — Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

	Série A.	Série B.
Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans chaque couple....	82370^{cal}	12064^{cal}
Chaleur correspondant à 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté dans le couple à l'étude et brûlé presque uniquement par le chlore (1) de l'acide hypochloreux.........	62870	»
Chaleur transmissible au circuit (*énergie voltaïque*)........	»	50806

» Ce couple est donc, parmi les couples étudiés jusqu'à présent, celui qui possède l'énergie voltaïque la plus considérable. »

---

(1) Dans ma prochaine Communication, je montrerai qu'il doit en être ainsi.

ZOOTECHNIE. — *Sur l'avortement enzoötique dans l'espèce bovine, à propos d'un travail de* M. Zundel. Note de M. Bouley.

« Je crois devoir communiquer à l'Académie une courte Note, qui peut avoir une grande importance pour les pays d'élevage; elle résume un Mémoire qui m'a été transmis par M. Zundel, vétérinaire très-distingué de Mulhouse. Il s'agit, dans cette Note, de l'avortement des vaches, dont la cause, au rapport de M. Zundel, aurait été découverte et démontrée expérimentalement par M. Franck, de Munich.

» Pour que l'importance de cette question soit bien comprise, je dois rappeler que l'avortement, dans l'espèce bovine particulièrement, revêt souvent un caractère que l'on a appelé *enzootique*. On a constaté, en effet, depuis bien longtemps, que lorsqu'une vache avorte dans une étable habitée par des femelles de son espèce en état de gestation, cet accident ne reste pas un fait isolé; qu'au contraire, et trop communément, les autres vaches avortaient à leur tour et successivement, comme si un principe contagieux s'était dégagé de la première et communiqué à toutes les autres. De fait, il y a une telle similitude entre les accidents qui se manifestent et se suivent en pareil cas, et ceux qui caractérisent la propagation des maladies contagieuses, que l'idée de la contagion de l'avortement, ou tout au moins de sa transmission par voie d'infection, existe depuis longtemps dans les esprits. Mais la démonstration expérimentale de la justesse de cette idée n'avait pas encore été donnée.

» D'après le mémoire que me communique M. Zundel, M. Franck, de Munich, serait parvenu à la faire. M. Franck aurait établi, par ses expériences, qu'il suffirait d'introduire, dans le vagin d'une femelle pleine, des matières recueillies sur le délivre d'une femelle qui vient d'avorter, pour provoquer l'avortement de la première. Suivant cet expérimentateur, l'avortement serait déterminé, en pareil cas, par des micrococques ou des bactéries qui existent en quantité extraordinaire sur les enveloppes fœtales et concourent à leur décomposition. Ces micrococques ou ces bactéries, une fois introduits dans le vagin, s'y multiplieraient, pénétreraient dans l'utérus, et y commenceraient le travail de décomposition dont l'avortement serait la conséquence.

» M. Roloff aurait constaté, de son côté, d'après ce que rapporte M. Zundel dans sa Note, que l'avortement qui se propage dans les étables résulterait de l'introduction dans le vagin des matières salies par le délivre des

vaches dont l'avortement serait accompli : matières qui se trouveraient dans le purin de la rigole et sur la litière, et qui dénonceraient leur action directe sur la muqueuse vaginale, par une certaine rougeur et de la tuméfaction, qui précèdent toujours la manifestation de l'accident.

» Il y a longtemps que l'on a fait jouer aux émanations des enveloppes fœtales putréfiées un rôle principal dans la propagation de l'avortement ; mais on admettait qu'elles étaient nuisibles surtout par les gaz méphitiques qui s'en dégageaient.

» Si M. Franck ne s'est pas trompé, le mystère de ce qu'on appelle la *contagion de l'avortement* se trouverait peut-être dévoilé ; et les praticiens, sachant désormais où se prendre, parviendraient, sans grandes difficultés sans doute à détruire le principe contagieux et à préserver les vaches pleines de ses atteintes, en désinfectant les étables et en faisant usage, comme le prescrit M. Zundel, d'injections légèrement phéniquées, ou mieux d'une solution de permanganate de potasse, pour laver le vagin des vaches pleines et détruire les agents de la contagion qui pourraient y avoir pénétré.

» Mais ces expériences demandent à être vérifiées. Cette Note a pour but d'appeler sur elles l'attention dans les pays où l'avortement est souvent enzootique, comme la Nièvre, par exemple. »

« M. **Delaunay** présente à l'Académie une épreuve de la première carte de l'*Atlas physique de la France*, publié par l'Observatoire de Paris ; carte qui ne contient rien autre chose que le tracé, aussi complet que possible, des divers cours d'eau de la France et des pays limitrophes.

» Cette épreuve est destinée à l'étude de diverses questions d'hydrographie qui y sont indiquées. Elle doit être adressée aux divers correspondants et collaborateurs de l'Observatoire, en France et dans les pays circomvoisins, afin de provoquer leur examen et de faciliter leur travail.

» L'Observatoire sera reconnaissant des corrections qui pourraient lui être proposées. »

M. **Milne Edwards** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *R. Owen* : 1° d'une « Monographie des Mammifères de l'époque mésozoïque » ; 2° d'un « Mémoire sur le *Diprotodon australis*, animal marsupial fossile ayant quelques ressemblances avec les éléphants » ; 3° la suite des « Recherches sur les *Dinornis* ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Roblin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Ère des antédiluviens et véritable longueur de l'année astronomique ».

Ce Mémoire est transmis à l'Académie par M. le Ministre de l'Instruction publique.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Le Verrier).

M. Martin de Brettes soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à diverses questions de Balistique appliquée.

(Renvoi à la Commission nommée pour d'autres Communications semblables du même auteur.)

M. A. Tripier adresse une Note portant pour titre « De la contractilité musculaire interrogée à l'aide des courants électriques ».

Cette Note fait suite à celle qui a été présentée par l'auteur, dans la séance précédente, sur les perfectionnements que comporte la fabrication des appareils d'induction, dans la pratique médicale.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Billebault adresse une Note relative à l'emploi du goudron de gaz contre les divers fléaux qui ravagent la vigne, et en particulier contre le développement du *Phylloxera vastatrix.*

La pratique adoptée par l'auteur consiste à fumer la vigne, tous les trois ans, avec un compost formé de fumier, de chaux et de rognures de cuir; quelques jours avant de mettre le fumier dans la vigne, on l'arrose avec de l'eau mêlée de goudron de gaz, en quantité modérée. On évite de découvrir les racines de la plante, afin de ne point les brûler. En outre, on badigeonne quelques échalas, de distance en distance, avec du goudron de gaz. Grâce à ces précautions, l'auteur dit n'avoir observé dans ses vignes, depuis vingt ans, ni oïdium, ni vers blancs, ni phylloxera, ni écrivain, ni aucun des insectes destructeurs dont la pratique a constaté les funestes effets.

M. **Peyrat** adresse une Note concernant une *poudre insectivore* contre la nouvelle maladie de la vigne (*Phylloxera vastatrix*).

M. **Deleuze** adresse une réclamation de priorité, relativement à l'emploi de l'acide phénique en poudre, pour la destruction du *Phylloxera vastatrix*.

Ces trois dernières Communications seront soumises à l'examen de la Commission récemment nommée pour une Communication semblable de M. *Planchon*, Commission qui se compose de MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre, Blanchard.

CORRESPONDANCE.

Le Bureau de la recherche géologique de la Suède adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, les livraisons 31 à 35 de la Carte géologique de la Suède, et la Carte générale des formations de la partie orientale du comté de Dal.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux notices biographiques, publiées par M. *d'Eichwald*, sur Nordenskiöld et A. de Nordmann;

2° Un volume des Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, contenant un Mémoire étendu de M. *H. de Saussure*, sur quelques familles d'insectes;

3° Un volume de M. *St. Meunier*, intitulé « Le ciel géologique, ou prodrome de géologie comparée »;

4° Une Notice sur le *Cytisus* x. *purpureo-Laburnum*, par M. *E. Morren*.

ASTRONOMIE. — *Détermination de l'orbite de la planète* (116) (C.-H.-F. Peters). Note de M. **Tisserand**, présentée par M. Delaunay.

« Les observations qui ont servi de base aux calculs ont été faites le 8 septembre à Hamilton College, le 16 septembre à Bilk, et enfin le 24 septembre à Paris, au grand équatorial de l'Observatoire; ces observations se trouvent dans les *Comptes rendus* du 25 septembre et du 2 octobre. Voici les éléments auxquels je suis arrivé :

Époque : 1871, septembre, 16,0, temps moyen de Paris. Équinoxe moyen de 1871,0

$$
\begin{aligned}
L &= 9^\circ.10'.47'',2\\
M &= 246.29.24,4\\
\pi &= 122.41.22,8\\
\Omega &= 65.\ 0.38,8\\
i &= 3.28.10,2\\
\varphi &= 6.37.35,4\\
\log a &= 0,445189\\
\mu &= 762'',47
\end{aligned}
$$

» Comme vérification du calcul, j'ai déterminé les positions de la planète lors des trois observations; les différences avec l'observation n'ont pas dépassé 0'',2.

» Voici l'éphéméride obtenue avec les éléments précédents; elle est calculée pour minuit moyen de Paris :

1871.	Ascension droite apparente.	Déclinaison.	Log Δ.
	h m s	° '	
Octobre 8	23.50.41	−6. 1,3	0,2934
» 9	23.49.57	−6. 4,8	0,2942
» 10	23.49.14	−6. 8,1	0,2952
» 11	23.48.32	−6.11,4	0,2962
» 12	23.47.51	−6.14,5	0,2973
» 13	23.47.11	−6.17,5	0,2984
» 14	23.46.31	−6.20,3	0,2996
» 15	23.45.53	−6.23,0	0,3008
» 16	23.45.15	−6.25,5	0,3020
» 17	23.44.39	−6.27,9	0,3034
» 18	23.44. 4	−6.30,2	0,3047
» 19	23.43.30	−6.32,3	0,3061
» 20	23.42.57	−6.34,3	0,3076
» 21	23.42.25	−6.36,1	0,3091
» 22	23.41.54	−6.37,7	0,3106
» 23	23.41.25	−6.39,2	0,3122
» 24	23.40.57	−6.40,6	0,3138
» 25	23.40.30	−6.41,8	0,3155
» 26	23.40. 4	−6.42,8	0,3171
» 27	23.39.40	−6.43,7	0,3188
» 28	23.39.17	−6.44,4	0,3206
» 29	23.38.55	−6.45,0	0,3224
» 30	23.38.35	−6.45,3	0,3242
» 31	23.38.16	−6.45,5	0,3261
Novembre 1	23.37.58	−6.45,6	0,3280
» 2	23.37.42	−6.45,7	0,3299 »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des rayons de courbure en un point quelconque d'une surface définie par son équation tangentielle.* Note de **M. Painvin**, présentée par M. Bertrand.

« **1.** Je suppose une surface définie par son équation tangentielle

$$(1)\qquad f(u,v,w)=0,\quad \text{ou}\quad f(u,v,w,r)=0,$$

en rendant homogène le premier membre de cette équation; u, v, w sont les coordonnées d'un plan tangent quelconque.

» Posons

$$\begin{array}{lllll} f_{11}=\dfrac{d^2f}{du^2}, & f_{12}=\dfrac{d^2f}{du\,dv}, & f_{13}=\dfrac{d^2f}{du\,dw}, & f_{14}=\dfrac{d^2f}{du\,dr}; & f_1=\dfrac{df}{du}, \\ & f_{22}=\dfrac{d^2f}{dv^2}, & f_{23}=\dfrac{d^2f}{dv\,dw}, & f_{24}=\dfrac{d^2f}{dv\,dr}; & f_2=\dfrac{df}{dv}, \\ & & f_{33}=\dfrac{d^2f}{dw^2}, & f_{34}=\dfrac{d^2f}{dw\,dr}; & f_3=\dfrac{df}{dw}, \\ & & & f_{44}=\dfrac{d^2f}{dr^2}; & f_4=\dfrac{df}{dr}; \end{array}$$

puis

$$(2)\qquad H=\begin{vmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} & f_{14} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & f_{24} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} & f_{34} \\ f_{41} & f_{42} & f_{43} & f_{44} \end{vmatrix},\qquad H_{rs}=\frac{dH}{df_{rs}};\qquad G=\begin{vmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} & f_{14} & \cos\alpha \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & f_{24} & \cos\beta \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} & f_{34} & \cos\gamma \\ f_{41} & f_{42} & f_{43} & f_{44} & 0 \\ \cos\alpha & \cos\beta & \cos\gamma & 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

» Si l'on considère un plan tangent déterminé (u, v, w) et une tangente située dans ce plan tangent et faisant avec les axes de coordonnées (supposés rectangulaires) les angles α, β, γ, le rayon de courbure R de la section normale, passant par cette tangente, sera donné par la formule

$$(3)\qquad R=\frac{\sqrt{u^2+v^2+w^2}}{f_4}\,\frac{H}{G};$$

les angles α, β, γ doivent toujours vérifier les deux relations

$$(3\ bis)\qquad \left\{\begin{array}{l} u\cos\alpha+v\cos\beta+w\cos\gamma=0, \\ \cos^2\alpha+\cos^2\beta+\cos^2\gamma=1. \end{array}\right.$$

» Si maintenant on pose

$$(4)\qquad \rho=\frac{H\sqrt{u^2+v^2+w^2}}{Rf_4},$$

les rayons de courbure principaux se détermineront à l'aide de l'équation

$$(5)\qquad \begin{vmatrix} H_{11}-\rho & H_{12} & H_{13} & u \\ H_{21} & H_{22}-\rho & H_{23} & v \\ H_{31} & H_{32} & H_{33}-\rho & w \\ u & v & w & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

et les directions des tangentes qui correspondent aux sections principales seront données par les égalités

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{(H_{11}-\rho)\cos\alpha + H_{12}\cos\beta + H_{13}\cos\gamma}{u} = \dfrac{H_{21}\cos\alpha + (H_{22}-\rho)\cos\beta + H_{23}\cos\gamma}{v} \\ \qquad = \dfrac{H_{31}\cos\alpha + H_{32}\cos\beta + (H_{33}-\rho)\cos\gamma}{w}. \end{cases}$$

» Le produit des rayons de courbure principaux a pour valeur

$$(7)\qquad R_1 R_2 = -\frac{H(u^2+v^2+w)^2}{(m-1)^2 f_4^2},$$

m étant le degré d'homogénéité de la fonction $f(u, v, w, r)$.

» 2. Au lieu d'introduire les dérivées de la fonction f, il peut être plus commode, dans certains cas, de regarder une des variables u, v, w comme fonction des deux autres; considérons w comme une fonction de u et v, et posons, suivant l'usage,

$$\frac{dw}{du} = p, \quad \frac{d^2w}{du^2} = r,$$
$$\frac{dw}{dv} = q, \quad \frac{d^2w}{du\,dv} = s,$$
$$\frac{d^2w}{dv^2} = t.$$

» Le rayon de courbure R de la section normale menée suivant la tangente α, β, γ sera donné par la formule

$$(8)\quad R = \frac{(rt-s^2)\sqrt{u^2+v^2+w^2}}{(pu+qv-w)\left[t(\cos\alpha+p\cos\gamma)^2 - 2s(\cos\alpha+p\cos\gamma)(\cos\beta+q\cos\gamma) + r(\cos\beta+q\cos\gamma)^2\right]};$$

α, β, γ doivent toujours vérifier les relations (3 *bis*).

» Si l'on pose

$$(9)\quad \rho = \frac{(rt-s^2)\sqrt{u^2+v^2+w^2}}{R(pu+qv-w)}, \qquad \begin{cases} R = (pu-w)^2 + v^2(p^2+1), \\ T = (qv-w)^2 + u^2(q^2+1), \\ S = pv(qv-w) + qu(pu-w) - uv, \end{cases}$$

les rayons de courbure principaux seront déterminés à l'aide de l'équation

$$(10)\qquad \rho^2(u^2+v^2+w^2)-(\mathrm{R}t-2\mathrm{S}s+\mathrm{T}r)\rho+(pu+qv-w)^2(rt-s^2)=0,$$

et les directions des tangentes qui correspondent aux sections principales seront définies par les égalités

$$(11)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{(t-\rho)\cos\alpha - s\cos\beta + (tp-sq)\cos\gamma}{u}\\ &= \frac{-s\cos\alpha + (r-\rho)\cos\beta + (rq-sp)\cos\gamma}{v}\\ &= \frac{(tp-sq)\cos\alpha + (rq-sp)\cos p + (tp^2-2spq+rq^2-\rho)\cos\gamma}{w}.\end{aligned}\right.$$

» On a, pour le produit des rayons de courbure principaux,

$$(12)\qquad \mathrm{R}_1\mathrm{R}_2 = \frac{(rt-s^2)(u^2+v^2+w^2)^2}{(pu+qv-w)^4}.$$

» Enfin les conditions pour que le point de contact du plan tangent (u, v, w) soit un ombilic de la surface sont

$$(13)\qquad \frac{\mathrm{R}}{r} = \frac{\mathrm{S}}{s} = \frac{\mathrm{T}}{t}. \text{ »}$$

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'énergie des piles à deux liquides.* Note de **M. F. Le Blanc.** (Extrait.)

« M. Favre a bien voulu me communiquer le résultat des recherches thermiques qu'il communique aujourd'hui même à l'Académie, sur l'énergie des piles à deux liquides, en faisant intervenir, au pôle positif, divers composés réductibles par l'hydrogène naissant, notamment l'acide hypochloreux. Il a songé à rappeler, à ce sujet, quelques-unes de mes expériences, encore inédites. Ces recherches avaient été commencées dès 1853, à l'occasion du Rapport que le Comité de physique et de chimie de l'École Polytechnique m'avait chargé de rédiger sur une modification proposée dans l'emploi de la pile de Bunsen, modification qui consistait à substituer l'eau régale à l'acide azotique concentré ordinaire, dans le vase poreux.

» A l'époque précitée, M. Favre avait déjà publié son Mémoire sur les courants hydro-électriques, renfermant une *théorie de la pile* (1), fondée

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XL, p. 293.

sur les phénomènes thermiques qui accompagnent la production du courant, ainsi que ses recherches sur les quantités de chaleur mises en jeu dans la décomposition de certains corps dits *détonants* ou *explosifs* (1). Ce sont les composés dont la ségrégation chimique entraîne un dégagement de chaleur, et que M. Berthelot a appelés plus tard corps *exothermes*.

» On sait que M. Favre, d'accord avec les idées de M. Joule, a établi, par des expériences calorimétriques précises, que la totalité de la chaleur développée dans le couple voltaïque est précisément celle qui serait due aux seules actions chimiques, sans électricité transmise. Les expériences et les considérations de ce savant rendaient nettement compte de ce fait, savoir : qu'un seul couple de Smée est impuissant à décomposer l'eau dans le voltamètre. Il établissait de plus la théorie de la pile à deux liquides de M. Grove et de M. Bunsen, en s'appuyant sur les effets thermiques dus à l'action de l'hydrogène sur l'acide azotique, et qui déterminent l'énergie de cette pile.

» Relativement à la pile de Bunsen, où l'acide azotique était remplacé par l'eau régale, il paraissait donc naturel d'attribuer l'énergie des *premiers effets* qui furent constatés, à l'effet thermique connu, résultant de l'action de l'hydrogène sur le chlore et de celle de l'hydrogène sur les composés chlorazotiques.

» Conformément aux vues qui viennent d'être rappelées, les composés réductibles, capables de fournir la plus grande somme de chaleur, en réagissant sur l'hydrogène, devaient, toutes choses égales d'ailleurs, donner lieu au maximum d'énergie voltaïque qu'une semblable pile peut fournir.

» Les expériences faites parallèlement avec la pile de Bunsen ordinaire à acide azotique et avec cette même pile modifiée par l'intervention de divers composés placés dans le vase poreux ont porté sur l'emploi :

» 1° De l'acide chlorhydrique seul;

» 2° De l'eau régale;

» 3° D'un mélange de peroxyde de manganèse en grains et d'acide chlorhydrique, pouvant, par conséquent, fournir du chlore à l'état naissant;

» 4° De l'acide chromique, ou plutôt d'un mélange de bichromate de potasse dissous et d'acide sulfurique;

» 5° Enfin de l'acide chlorique dissous ou d'un mélange de chlorate de potasse et d'acide sulfurique dilué.

---

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e série, t. XXIV, p. 332.

» L'énergie voltaïque du double système de piles à deux liquides, fonctionnant dans des conditions aussi comparables que possible, était mesurée : 1° par le volume des gaz oxygène et hydrogène dégagé, dans le même temps, dans un voltamètre à lames de platine contenant de l'eau acidulée; 2° par le poids de cuivre déposé, dans le même temps, au pôle négatif, par suite de l'électrolyse du sulfate de cuivre dissous, dans un voltamètre à anode soluble. Ce dernier mode d'expérimentation donne des effets plus réguliers en éloignant quelques actions pertubatrices.

» Sans pouvoir entrer ici dans les détails des chiffres et des expériences, je me bornerai à dire :

» 1° Que l'emploi de l'acide chlorhydrique seul, en dissolution (sur lequel l'hydrogène est sans action), ne modifie pas, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, l'énergie d'une pile où l'on ne ferait intervenir que l'acide sulfurique;

» 2° Que l'emploi de l'eau régale, ou mieux celui d'un mélange de peroxyde de manganèse et d'acide chlorhydrique (fournissant du chlore), peut produire des effets énergiques;

» 3° Que le bichromate de potasse, avec addition d'acide sulfurique, donne des résultats inférieurs en énergie à ceux de la pile de Bunsen avec acide azotique (1);

» 4° Que l'acide chlorique en dissolution, même étendue, fournit des effets relativement énergiques, et qui s'accroissent avec le degré de concentration de cet acide.

» On peut remarquer que l'acide chlorique appartient à la catégorie des corps dits *explosifs*, et que la réaction de l'hydrogène sur cet acide est la résultante de plusieurs effets thermiques s'exerçant dans le même sens, et mettant en jeu une quantité considérable de chaleur, savoir : la combustion de l'hydrogène par les éléments de l'acide et la ségrégation chimique de ces mêmes éléments. »

PHYSIQUE. — *Sur la disposition la plus économique des piles voltaïques par rapport à leurs électrodes polaires.* Note de **M. Th. du Moncel.** (Extrait.)

« Dans une précédente Communication (2), j'ai démontré que, si l'on avait un grand intérêt à réduire la surface de la lame polaire électroposi-

(1) Le principal avantage de cette pile, déjà proposée, consiste dans l'emploi d'un mélange ne donnant lieu à aucune émanation nuisible, telle que celle de la vapeur hypoazotiques produite dans la pile de Bunsen ordinaire.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 436.

tive d'une pile, on pouvait le faire sans inconvénient, à la condition de compenser cette réduction par un accroissement correspondant de la lame électronégative. Y a-t-il avantage, au point de vue de la dépense d'entretien de la pile, à opérer cette réduction? Pour répondre à cette question, il y a trois cas à considérer, suivant que la pile, maintenue toujours chargée, est mise en action d'une manière discontinue, ou bien d'une manière continue, enfin suivant l'énergie et la durée de cette action.

» Dans le premier cas, la réponse n'est pas douteuse; car, avec les zincs fournis généralement par le commerce, l'oxydation s'effectue sans que le circuit soit fermé, et cette oxydation, se produisant sur toute la surface du zinc, entraîne une perte d'autant plus grande que la lame de zinc est plus développée; on a donc tout avantage à avoir des électrodes de zinc de petite surface.

» Dans le second cas, il peut y avoir incertitude; car, bien que, d'après les lois des équivalents électrochimiques, un même travail électrique doive amener une même consommation de zinc, les effets complexes qu'entraînent les lames polaires d'inégale surface peuvent bien modifier les principes théoriques. Il était donc important d'étudier expérimentalement la question, et voici les expériences que j'ai entreprises à cet égard.

» J'ai pris deux éléments de Bunsen, du modèle employé par M. Ruhmkorff pour ses grands appareils d'induction, et je les ai disposés d'une manière inverse par rapport à leurs électrodes polaires. Dans l'un, l'électrode négative était donc constituée par deux lames de charbon plongeant, des deux côtés du vase poreux, dans le vase extérieur contenant l'acide azotique; l'électrode positive, formée d'une seule lame de zinc amalgamé, plongeait dans le vase poreux renfermant l'eau acidulée au dixième de son poids. Dans l'autre élément, deux lames de zinc, réunies par leur partie inférieure, remplaçaient les deux lames de charbon de l'élément que nous venons de décrire, et une lame de charbon tenait lieu de la lame de zinc. Les liquides étaient les mêmes, et leur hauteur dans les vases était exactement semblable; les zincs étaient amalgamés à nouveau.

» La lame de zinc unique de l'élément avait une surface immergée de 224 centimètres carrés, et la surface totale également immergée des deux autres lames, dans le deuxième élément, était de 544 centimètres. Ces mêmes surfaces étaient à peu près aussi celles des lames de charbon.

» Au début de l'expérience, l'intensité indiquée par la boussole des tangentes, avec un circuit formé par un fil de cuivre de $0^{mm},7$ de diamètre sur

$1^m,32$ de longueur, plus le gros cercle de la boussole, a été : pour la pile à grande surface de zinc, 78° 5'; pour la pile à petite surface de zinc, 84° 10'. La température du liquide excitateur était : pour la première, 21°,1; pour la seconde, 21°,8.

» Au bout d'une heure dix-huit minutes de fermeture continue du circuit, l'intensité du courant était tombée : pour la pile à grande surface de zinc, à 72° 5'; pour la pile à petite surface, à 77° 45'. La température de la première était devenue 29°,8, et celle de la seconde 30°,2.

» Le poids du zinc dissous dans la première était 32 grammes; dans la seconde, 38 grammes.

» Or il résulte de ces expériences qu'en tenant compte des différences des intensités, la consommation du zinc est à peu près la même dans les deux cas, eu égard au travail produit. On en peut conclure que, dans les piles où le courant reste constamment fermé, il n'y a aucun avantage, au point de vue de la dépense en zinc, dans l'emploi d'électrodes positives à petite surface. En est-il de même à d'autres points de vue? C'est ce que nous allons examiner.

» Les expériences précédentes montrent que le courant gagne en intensité quand l'électrode positive est plus petite que l'électrode négative, ce qui est conforme, du reste, aux expériences que j'ai rapportées dans ma précédente Communication, et à celles que j'avais déjà entreprises il y a longtemps, avec les courants induits de l'appareil de Ruhmkorff. Mais l'avantage le plus important de ces petites électrodes de zinc serait, suivant M. Delaurier, de ne pas épuiser trop promptement les liquides de la pile. Ainsi, d'après lui, une lame de zinc de 9 millimètres de largeur a pu fournir, avec une dépense de 115 grammes, un dépôt de cuivre de 101 grammes en quarante-huit heures, alors qu'une surface de zinc dix fois plus grande n'avait pu fournir une continuité d'action au delà d'une heure, avec un travail représenté par un dépôt de cuivre de 5 grammes. Les liquides étaient complétement épuisés. Cette observation a encore été faite sous une autre forme par M. Ruhmkorff, qui a reconnu que, si l'on ne plonge le zinc d'une pile à bichromate de potasse que d'un cinquième de sa hauteur dans le liquide excitateur, le couple peut conserver pendant plus de six heures une intensité qui sera le tiers de celle qui correspond à l'immersion totale du zinc; mais, dans ce dernier cas, le courant ne peut maintenir un fil de platine au rouge que pendant dix minutes. Ces résultats sont donc à l'avantage des petites surfaces de zinc.

» Quant au troisième cas, il est facile de comprendre que, si la pile doit

fournir une intensité considérable et de longue durée, on aura avantage à prendre des zincs de grande surface, afin de ne pas avoir à les renouveler trop souvent, ou à employer le moyen indiqué par M. Delaurier.

» Pendant le cours de mes expériences j'ai pu constater l'exactitude de ce fait, observé par plusieurs physiciens et en particulier par M. Ed. Becquerel : que le maximum d'effet utile fourni par une pile est obtenu quand la résistance du circuit extérieur est égale à celle de la pile.

» Au premier abord, on pourrait croire que ce maximum devrait correspondre à une résistance du circuit égale à zéro, car ce travail étant proportionnel à l'intensité du courant, et celle-ci étant représentée, comme on le sait, par $\frac{E}{R+r}$, cette formule semble fournir un maximum quand $r=0$; mais, si l'on considère que l'effet utile à produire entraîne forcément une résistance extérieure r, et que cette résistance, ajoutée à celle de la pile, constitue une résistance représentée par *deux conducteurs de section et de nature très-différentes,* on peut comprendre que la combinaison plus ou moins heureuse de ces deux résistances, dans leurs rapports réciproques, et par rapport aux lois de la propagation électrique, peut conduire à des conditions de maximum correspondantes à un minimum dans la résistance totale du circuit. Pour arriver à déterminer ces conditions, nous commencerons par exprimer en fonction l'une de l'autre les deux résistances R et r. Si nous supposons, pour plus de simplicité, que la pile soit constituée par un tube de porcelaine fermé à ses deux bouts par une plaque de cuivre et une plaque de zinc, et que le tube soit rempli du liquide excitateur, R représentera la longueur du conducteur constituant la résistance de la pile, et l'on pourra désigner par S sa section et C sa conductibilité. Si, d'un autre côté, r représente la longueur du conducteur du circuit, s sa section et c sa conductibilité, la résistance réduite de R, *estimée en fonction du conducteur de section s*, sera représentée par

$$\frac{\left(\frac{R}{SC}\right)}{sc} \quad \text{ou} \quad \frac{cRs}{SC}.$$

» En considérant maintenant que nous pouvons faire varier la résistance du conducteur constituant le circuit extérieur, sans en changer la longueur r, et qu'il suffit pour cela d'augmenter ou de diminuer sa section s, on arrive à conclure que la résistance de ce circuit extérieur pourra être représentée par $\frac{r}{sc}$; de telle sorte que l'intensité du courant, dans ce circuit,

aura pour expression

$$I = \frac{E}{\frac{cRs}{SC} + \frac{r}{sc}}.$$

Or cette formule est susceptible d'un maximum, si l'on fait varier s, car son dénominateur peut devenir minimum. En égalant à zéro la dérivée de ce dénominateur par rapport à s, il vient

$$\frac{cR}{SC} - \frac{r}{s^2 c} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{cRs}{SC} = \frac{r}{sc};$$

mais $\frac{cRs}{SC}$ n'est autre chose que la résistance de la pile, et $\frac{r}{sc}$ celle du circuit; donc l'égalité des deux résistances R et r représente bien les conditions de maximum cherchées. Le signe de la seconde dérivée indique bien, en effet, un minimum pour la valeur du dénominateur. Les mêmes conditions du maximum auraient été obtenues si, au lieu de faire varier s, on eût fait varier c.

» Plusieurs physiciens ont cru que ces conditions de maximum devaient également s'appliquer aux électro-aimants : il n'en est pas ainsi, car, dans ce cas, la résistance r, au lieu de croître proportionnellement à l'effet utile qu'elle détermine, croît dans un rapport plus rapide, par suite de l'augmentation progressive de la résistance constituant chaque tour de spire de l'hélice magnétisante. Dès lors, les conditions de maximum qui pouvaient convenir à l'hypothèse où l'effet utile était proportionnel à r se trouvent forcément différentes dans les conditions réelles des électro-aimants, comme je l'ai du reste démontré dans mon Mémoire sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de l'eau artésienne de Rochefort.* Note de **M. Roux**. (Extrait.)

« D'après les indications recueillies par un forage de 104 mètres, exécuté de 1831 à 1834, dans la cour de l'Hôpital maritime de Rochefort, les ingénieurs chargés des travaux espéraient rencontrer de l'eau à la base des grès verts du terrain cénomanien sur lequel repose la ville, ou à la base du kimmeridgien. Cette espérance ne s'étant pas réalisée, le forage fut poussé beaucoup plus profondément, et, à la cote de 816^{m},30, la sonde atteignait

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 12 juin 1871.

une nappe jaillissante, ayant une température de 42 degrés, et dont le débit, à la surface du sol, s'élevait jusqu'à 150 litres par minute. L'eau ayant cessé de couler à la suite d'un éboulement, MM. Laurent-Dugousée continuèrent les travaux. De 830 à 834 mètres, on rencontra une seconde nappe, ce qui n'empêcha pas d'aller encore au delà, pour s'arrêter, le 20 septembre 1866, à 856m,78. Cette profondeur est la plus considérable qui ait été atteinte, jusqu'à ce jour, dans la recherche des eaux artésiennes. Les puits de Grenelle et de Passy ne vont pas tout à fait à 700 mètres.

» La sonde a successivement traversé le terrain crétacé inférieur, de la surface du sol à 49m,33 de profondeur; elle a atteint les couches de l'oolithe, de 49m,33 à 362 mètres. Les zones du lias ont été perforées de 362 mètres à 765m,54; celles du trias, de 765m,54 à 852m,33. De 852m,33 à 856m78, le forage a porté sur un calcaire bitumineux et un grès très-dur. Ces dernières couches ne sont pas bien déterminées; quelques géologues les rapportent aux terrains pénéens, d'autres aux terrains de transition. Nous avons analysé les échantillons des divers terrains traversés par la sonde. Ces nombreux spécimens ont été mis à notre disposition par le représentant de la maison Laurent-Dugousée, M. Dey.

» Les observations que nous avons faites, pendant le forage, sur la température des terrains traversés, ne concordent pas avec les indications recueillies à Grenelle. En faisant usage d'un thermomètre à maxima de M. Walferdin, instrument disposé dans son étui et placé au milieu d'un cylindre en fonte à parois épaisses, muni d'un couvercle à vis, nous avons reconnu qu'à une profondeur de 325 mètres la température, qui devait être de 20°,70, s'élevait à 21 degrés: différence, 0°,30. Une seconde expérience, entreprise le 1er avril 1863, à 462 mètres, donnait 27 degrés au lieu de 24°,85. Le 9 septembre 1863, à une profondeur de 554 mètres, l'appareil de M. Walferdin, qui, suivant les expériences faites à Grenelle, aurait dû accuser 27°,63, marquait 36°,50. Enfin, le 18 mars 1864, le thermomètre, plongé à 669 mètres, donnait 41°,20 de température au lieu de 31°,12.

» Nos recherches confirment celles de M. Walferdin. Suivant ce savant observateur, la loi posée par Fourier et Cordier n'est pas absolument exacte, puisque, de 550 mètres à 800 mètres, 1 degré centigrade ne correspond plus qu'à 23°,90. Nous pensons que la nature des terrains est la cause des différences observées par les géologues et les physiciens. Ce qui est aujour-

d'hui incontestablement acquis à la science, c'est l'influence de la chaleur propre de la terre sur la thermalité des eaux. Une particularité intéressante, que nous avons observée pendant les travaux artésiens, est l'aimantation énergique de la sonde. Ses tiges, désarticulées après le travail, constituaient autant d'aimants partiels, ayant chacune son pôle boréal et son pôle austral. Une lame de couteau, frottée sur une de leurs extrémités, prenait du fluide magnétique et devenait, après quelques frictions, susceptible d'attirer non-seulement de la limaille de fer, mais encore des pointes de Paris de plus de 3 centimètres de long.

» Le débit de l'eau artésienne de Rochefort est de $2\frac{1}{2}$ à 3 litres par seconde, ou 216 à 259 mètres cubes. Claire et limpide au sortir du tube d'émergence, l'eau minérale se trouble au contact de l'air atmosphérique, perd des bulles d'acide carbonique provenant de la décomposition du bicarbonate ferreux qu'elle renferme, se rouille lentement et abandonne peu à peu, sur les parois des vases où on la conserve, un vernis ocracé, jaune rougeâtre, formé en grande partie de sesquioxyde de fer hydraté, attirable à l'aimant après la calcination; de l'azote se dégage en même temps que l'acide carbonique. L'eau apparue le 9 mars 1866 marquait 43°,10 au thermomètre. Plus tard, sa température ne dépassait pas 41°,60. Aux mois de janvier 1869 et d'octobre 1870, un thermomètre à oscillations très-sensibles, placé dans la cuvette du tube d'ascension, accusait 40°,60. Son poids spécifique s'élève à 1,0053.

» Parmi les produits nombreux que nous avons isolés de l'eau de Rochefort, on peut citer les sulfates de soude et de chaux, le chlorure de sodium, le fer, le manganèse, l'arsenic, le cuivre, la lithine, l'iodure, le bromure de sodium, des matières organiques rappelant les acides crénique et apocrénique. Nous avons rencontré des proportions très-appréciables d'iode dans les conferves qui se développent avec une étonnante rapidité au milieu des fossés de l'Hôpital de la marine, remplis d'eau artésienne. Ces plantes, composées de tubes cylindriques, verdâtres, coupés de diaphragmes, renferment, dans leurs élégantes cavités, des myriades de spores; 100 grammes de conferves desséchées ont fourni $0^{gr},054$ d'iodure sodique. La même quantité de ces végétaux, recueillis dans un réservoir alimenté par l'eau de la Charente, n'a fourni que des traces impondérables d'iode. Les conferves développées dans l'eau artésienne lui enlèvent donc l'iode qu'elle renferme. Semblables aux Fucacées, aux Laminariées et aux Ulvacées, dont le feuillage anime les profondeurs de l'océan, elles prennent

l'iode de préférence au brome. L'analyse, qui permet de distinguer des proportions relativement considérables d'iodures dans leurs frêles tissus, est impuissante pour y déceler des quantités notables de bromures.

» En tenant compte des résultats obtenus, nous indiquons, d'après la proportion et la nature des principes élémentaires, la formule que l'on peut assigner à l'eau thermominérale de Rochefort :

1 litre d'EAU ARTÉSIENNE, dont la température est de 40°,60 et qui a pour densité 1,0053, renferme :

	cc	gr
Azote (ramené à zéro et à 760 millimètres)	17,11	0,00504
Acide carbonique libre (ramené à zéro et à 760 millimètres)	2,54	
Acide sulfhydrique libre		0,00067
Sulfate de soude		2,55005
Sulfate de chaux		1,80956
Sulfate de magnésie		0,46560
Chlorure de sodium		0,77894
Chlorure de magnésium		0,03155
Chlorure d'ammonium		0,00968
Bromure de sodium		0,00392
Iodure de sodium		0,00113
Bicarbonate de chaux		0,11057
Bicarbonate de magnésie		0,02699
Bicarbonate de protoxyde de fer		0,05066
Bicarbonate de protoxyde de manganèse		0,00015
Arséniate de protoxyde de fer		0,00067
Silicate de potasse		0,00421
Silicate d'alumine		0,00720
Silicate de lithine		traces.
Phosphate de protoxyde de fer		traces.
Cuivre		traces.
Matières organiques rappelant les acides crénique et apocrénique		0,00067
Eau combinée		0,10200
Perte		0,01000
Chlorure de calcium		0,01720
Total		5,98606

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations des déclinaisons de l'aiguille aimantée faites à $7^h 30^m$ du matin à l'Observatoire de la marine, à Toulon, depuis l'année* 1866. Note de **M. Pagel**, présentée par M. E. Laugier.

Dates.	Déclinaisons.
1866	
Avril. 18	15°43′21″
Mai. 18	47.33
Juin. 22	44.43
Juill. 4 (*a*)	45.56
4	48.41
5	47.07
18	45.51
Août. 18	46.50
Sept. 19	46.15
Oct. 20	44.23
Nov. 23	45.26
Déc. 24 (*b*)	47.11

Dates.	Déclinaisons.
1867	
Janv. 27	15°45′24″
Févr. 24	45.01
Mars. 23	43.47
Avril. 25	39.28
Mai. 26 (*c*)	41.38
Juin. 28 (*d*)	40.00
Juill. 24 (*e*)	39.17
Août. 24 (*f*)	40.39
Sept. 27 (*g*)	41.39
Oct. 25	41.46
Nov. 27	43.03

Dates.	Déclinaisons.
1868	
Janv. 7 (*h*)	15°38′53″
28	38.14
Févr. 27	37.41
Avril. 24	36.46
Juin. 26	32.20
Août. 26	32.30
Oct. 27	34.51
Déc. 29 (*i*)	32.16
1869	
Janv. 31 (*k*)	32.00
Mars. 25	27.54
Mai. 27	23.40
Juill. 28	24.11
Sept. 25	21.40

Dates.	Déclinaisons.
1869	
Nov. 26 (*l*)	15°26′22″
1870	
Janv. 25	24.28
Mars. 26 (*m*)	19.14
Mai. 27	15.10
Juill. 26	16.02
Sep. 24	13.46
Nov. 27 (*n*)	18.43
1871	
Janv. 25	17.28
Mars. 27	7.42
Mai. 27	12.42
Juill. 27 (*p*)	

(*a*) Résultats de deux relèvements faits par M. le sous-ingénieur hydrographe Manen pour contrôler mes opérations.

(*b*) Moyenne de l'année 1866 : 15°45′44″, en omettant les observations des 4 et 5 juillet.

(*c*) Dans le courant de mai, l'aiguille n° 2 a été reaimantée à Paris; elle est revenue le 20 mai, avec deux nouvelles aiguilles n°s 3 et 4; l'aiguille n° 1 est restée à Toulon.

(*d*) Moyenne des quatre aiguilles.

(*e*) Moyenne des quatre. Établissement d'une mire méridienne sur la crête du Faron.

(*f*) Moyenne des nos 1 et 2.

(*g*) Moyenne des aiguilles nos 3 et 4, et ainsi de suite alternativement.

(*h*) Moyenne de 1867 : 15°41′43″ (7 janvier 1868 compris).

(*i*) Moyenne de 1868 : 15°34′57″.

(*k*) En janvier, établissement d'un pilier pour la boussole.

(*l*) Moyenne de 1869 : 15°25′58″.

(*m*) En février, les quatre aiguilles ont été envoyées à Paris pour être aimantées.

(*n*) En octobre 1870, on a armé le cavalier de quatre pièces : la plus rapprochée est un canon de marine, obusier de 30, en fonte de fer, qui se trouve à 30 mètres à l'ouest du pilier de la boussole; les autres sont en bronze. Moyenne de l'année 1870 : 15°17′54″.

(*p*) Moyenne des sept premiers mois de 1871 : 15°11′39″.

» *Note sur les observations de la déclinaison.* — Les observations sont faites avec la boussole de déclinaison n° 12 de Lorieux, qui a été vérifiée. Pour opérer, on se transporte sur le cavalier des remparts, au nord, et à 80 mètres environ de l'Observatoire, et l'on place l'instrument dans le méridien de la lunette méridienne. Ce point était marqué, dans les premiers temps, par un jalon à fleur de terre que l'on avait fixé, aussi bien que possible, au moyen de la lunette méridienne. Sur la crête de la montagne, on avait également noté (à vue) une anfractuosité de rocher qui se trouvait dans le plan du méridien, et, en pointant sur cette marque la lunette de la boussole, on

avait le départ des lectures du cercle azimutal, et ces lectures donnaient alors la valeur de la déclinaison.

» Dans le mois de juillet 1867, on a installé, sur la crête de la montagne et à la distance de 2500 mètres, une mire méridienne sur laquelle on pointe désormais la lunette de la boussole. En janvier 1869, on a fait mettre sur le cavalier un pilier avec trois rondelles, pour y placer la boussole de déclinaison, le centre de la boussole étant dans le plan du méridien de la lunette méridienne. Ce pilier économise la peine et le temps employés à caler l'instrument sur son pied : il est en plein air, et, quand on a fini l'observation, on rentre l'appareil à l'Observatoire.

» La boussole a deux aiguilles, et, le Dépôt des cartes et plans nous ayant envoyé un autre jeu d'aiguilles dans le courant de mai 1867, on emploie chaque paire alternativement, sinon l'observation serait trop longue.

» Autant que possible, on opère à $7^h 30^m$ du matin, moment où la déclinaison est généralement la plus faible, et, dans les cas assez rares où l'on s'écarte de cette heure pour une raison quelconque, on fait la réduction au moyen de la marche du barreau de la boussole de variation diurne, qui fonctionne dans une salle du troisième étage depuis le mois de juin 1866.

» Il est entendu que, dans toute cette série d'observations, le retournement des aiguilles sur chaque face a été effectué et qu'on a pris les moyennes.

» J'ai porté, à la fin de chaque année, les moyennes annuelles de la déclinaison pour en mieux voir la décroissance, et je les présente ici dans un petit tableau :

Années.	Déclinaison moyenne annuelle.	Diminution.
1866	15° 45′ 44″	»
1867	41.43	»
1868	34.57	— 6′ 46″
1869	25.58	8.59
1870	17.54	8.04
Moyenne		7′ 56″

» En écartant l'année 1866, qui n'est pas complète, on obtient 7′ 56″ pour la diminution moyenne annuelle de la déclinaison. Ce qui s'accorde avec la Note insérée p. 304 de l'*Annuaire des marées*, concernant les déclinaisons observées sur les côtes ouest de France.

» Après le mois de septembre 1870, la déclinaison éprouve des varia-

tions assez brusques. Ces variations ne peuvent, selon moi, être attribuées à la présence du canon en fonte de fer, qui, à cette époque, a été placé sur le cavalier, à 30 mètres ouest du pilier, mais plus probablement aux aurores boréales et à l'état magnétique du globe, qui, d'après les observations d'Arago, se lie très-probablement avec le grand nombre de taches solaires.

» Nous devons être, depuis 1870, dans une période maximum de taches, et voilà plus de deux mois que je relève, presque tous les jours, les taches du Soleil, qui sont réellement nombreuses et quelquefois grosses. Cette situation troublée à la surface du Soleil correspond à une série de mauvais temps, qui ne sont pas de saison, et à une diminution notable de la température dans les mois de juin et juillet passés.

» En effet, en ne considérant que les cinq années qui précèdent 1871, afin de se rapprocher davantage de la vérité, on trouve que la moyenne du mois de juin est de 20°,6, et celle du mois de juillet de 22°,9. (Si j'avais pris les dix années avant 1871, j'aurais eu respectivement, pour juin et juillet, 20°,9 et 23°,2.) Or, en 1871, le mois de juin ayant donné seulement 17°,2 et juillet 21°,9, on voit que la différence est grande pour le premier de ces mois et assez notable pour le second. Depuis 1861, le mois de juin le plus bas a donné 19°,4 (en 1869), et le mois de juillet le plus bas a donné 22°,4 (en 1868).

» Le maximum de taches influe aussi sur les variations diurnes de l'aiguille, en les considérant par mois et par années. Je vais en donner le tableau à partir de 1867, car l'année 1866 est incomplète.

» Ces variations diurnes sont relevées heure par heure, dans la journée, sur la boussole de Gambey, qu'on a fait installer solidement sur un pilier, dans une salle du troisième étage, où sont les pendules et les chronomètres. Dans la salle de la boussole, on ne change rien de ce qui l'entoure, afin de ne pas influencer la marche de l'aiguille, et je pense que les moyennes mensuelles doivent être assez exactes. Il faut aussi noter que les étages de l'Observatoire sont voûtés et insensibles aux éboulements causés par les pas des personnes qui marchent ou qui montent l'escalier.

Variations diurnes de la déclinaison. — Moyennes mensuelles.

Années.	Janv.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. de l'année.
1867	4'.52"	6'.07"	8'.21"	9'.43"	9'.05"	9'.45"	9'.37"	8'.47"	8'.08"	6'. 8"	3'.49"	2'.23"	7'.10"
1868	3 38	5.03	8.27	12.43	10.15	10.03	10.37	11.05	9.46	7. 3	5.01	3.56	8.12
1869	4.17	6.39	9.51	14.07	13.34	14.28	14.08	12.44	11.55	9.32	6.34	5.19	10.16
1870	6.14	9.23	13.54	15.18	16.09	15.02	15.43	14.29	14.19	12.49	10.20	6.01	12.28
1871	7.07	10.03	13.51	15.49	14.29	16.08	14.05	»	»	»	»	»	»

» L'examen de ce tableau démontre que l'amplitude de la variation diurne augmente en se rapprochant de 1870, époque où le nombre de taches solaires est un maximum. A partir de 1871, l'amplitude reste stationnaire et même diminue un peu, ce qui semble indiquer que nous nous éloignons de l'époque moyenne du maximum de taches. »

SÉRICICULTURE. — *Sur un moyen de produire à volonté l'éclosion de la graine de vers à soie.* Note de **M. E. Duclaux**. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une étude sur la graine annuelle de vers à soie, dans laquelle je précise les conditions physiologiques de son existence et de son éclosion. Je montre que, à peine pondue, et aussitôt le changement de couleur opéré, la graine tombe dans une espèce de sommeil, qui dure d'ordinaire jusqu'à l'hiver, et d'où elle ne peut sortir que sous l'action du froid. Alors, commence le travail, stationnaire jusque-là, de l'évolution de l'embryon. L'impulsion une fois donnée, ce travail se poursuit presque fatalement. Il peut être gêné, mais non arrêté par le froid; il exige une chaleur soigneusement graduée. Il dévie de sa direction normale, et aboutit à une éclosion lente, à des vers faibles et teintés de roux, si la chaleur est trop hâtive ou trop peu ménagée.

» Aussi est-il impossible d'abréger ou d'augmenter beaucoup, sans péril, la durée de cette seconde période, qui est d'ordinaire de trois mois ou trois mois et demi. La première, qui est de cinq à six mois, est bien plus élastique, et peut sans inconvénient être réduite à vingt jours, ou allongée de quinze à dix-huit mois. Il suffit pour cela de faire intervenir l'action du froid, nécessaire et suffisante pour y mettre fin, dans les conditions que j'indique, et qui peuvent se résumer dans les deux propositions suivantes :

» 1° Pour empêcher une graine d'éclore à l'époque ordinaire, il faut la conserver, depuis le moment de la ponte, à une température comprise entre quinze degrés et vingt degrés centigrades, l'exposer au froid pendant quinze jours, trois mois environ avant le jour voulu de l'éclosion, puis la traiter comme d'habitude;

» 2° Pour faire éclore une graine avant l'époque ordinaire, il faut, vingt jours après la ponte, l'exposer au froid, l'y laisser deux mois et la retirer. Six semaines après, elle se trouve dans les mêmes conditions que la graine normale, et peut être traitée de la même manière.

» On peut donc avoir, à un moment quelconque de l'année, une graine prête à éclore. »

PHYSIOLOGIE. — *Du temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf électrique de la torpille et la décharge de son appareil.* Note de **M. Marey**.

« Les recherches les plus récentes sur la fonction électrique de la torpille tendent à rapprocher cette fonction de celle du muscle. Si, par exemple, on compare l'action du système nerveux sur l'appareil électrique de certains poissons à celle que ce système exerce sur le muscle, on doit être frappé des analogies suivantes.

» Les décharges électriques, comme les secousses musculaires, peuvent se produire sous l'influence de la volonté de l'animal; elles peuvent également se montrer à titre de phénomènes réflexes. L'excitation du nerf électrique provoque la décharge comme celle du nerf moteur produit la *secousse* du muscle. Une véritable paralysie de l'appareil électrique a lieu si l'on a coupé le nerf électrique, tout comme dans le muscle dont on a coupé le nerf moteur. Cette paralysie peut aussi avoir lieu par l'effet du curare, bien que l'action de ce poison soit plus lente sur les nerfs électriques que sur la plupart des nerfs de mouvement. Enfin le *tétanos électrique*, pour employer l'heureuse expression de M. Moreau, se manifeste non-seulement quand on soumet le nerf de la torpille à des excitations successives très-rapprochées les unes des autres, mais aussi quand on empoisonne la torpille au moyen de la strychnine ou de toute autre substance tétanisante.

» Au point de vue de leur structure, le muscle et l'appareil électrique présentent d'assez nombreuses analogies. Faudrait-il renoncer à toute assimilation entre ces appareils, parce que l'un d'eux, sous l'influence des nerfs, développe du travail mécanique, tandis que l'autre donne naissance à de l'électricité? Moins que jamais, cette différence doit préoccuper le physiologiste, aujourd'hui que l'on sait que l'électricité et le travail mécanique sont deux manifestations de *la force* qui peuvent se substituer l'une à l'autre par voie d'équivalence.

» Il m'a semblé que de nouvelles recherches sur la fonction de l'appareil électrique gagneraient à être dirigées dans le sens de la comparaison de cette fonction avec celle du muscle; j'ai donc entrepris d'appliquer à l'étude de la décharge électrique la méthode qui a le plus avancé la connaissance de la fonction musculaire: je veux parler de la méthode graphique.

» Grâce aux travaux de Helmholtz, on sait que l'agent nerveux met un certain temps pour cheminer dans le nerf et arriver au muscle; que celui-ci, lorsqu'il est excité, n'entre pas instantanément en action, mais qu'il s'écoule

encore une fraction de seconde avant que le mouvement se produise. Ce retard a reçu de Helmholtz le nom de *temps perdu* d'un muscle.

» On sait aussi que, suivant l'espèce animale sur laquelle il a été pris, le muscle donne des mouvements de durée très-variables; enfin que certains agents chimiques ou physiques changent notablement les caractères de durée d'intensité et de forme de mouvement musculaire.

» Si l'expérience montrait qu'au point de vue de son retard, de sa durée et de ses phases, la décharge électrique de la torpille se comporte, en toute circonstance, comme la secousse d'un muscle, on serait en droit de considérer ces deux phénomènes comme soumis aux mêmes lois, et d'éclairer, en certains cas, la physiologie de l'un d'eux par celle de l'autre.

» Un séjour de quelques semaines aux bords du golfe de Naples m'a fourni l'occasion d'étudier la décharge électrique de la torpille.

» J'ai dû construire moi-même les appareils destinés à enregistrer ce phénomène, et j'ai obtenu des résultats suffisamment précis, en me servant d'un lourd pendule qui entraînait, dans son oscillation, une plaque enfumée sur laquelle s'enregistraient les signaux. Un diapason chronographe servait à déterminer la vitesse de la plaque à tous les instants de son passage.

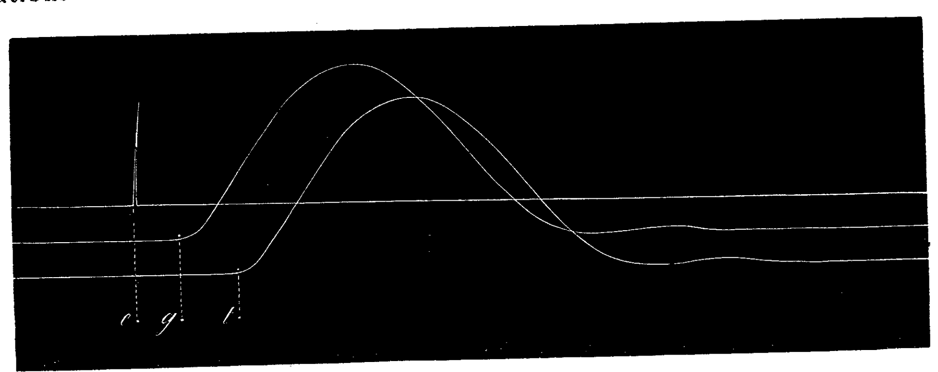
» *Expériences.* — Pour noter l'instant où se produit la décharge de la torpille, j'ai recouru à l'artifice suivant. J'employai cette décharge à provoquer une secousse dans un muscle de grenouille; ce muscle, appliqué à un myographe ordinaire, enregistrait sur la plaque enfumée le mouvement qu'il faisait.

» Supposons que la grenouille réagisse instantanément à la décharge de la torpille; l'expérience consisterait à déterminer, sur la plaque enfumée, le point qui correspond à l'excitation du nerf électrique, et à compter combien de fractions de seconde s'écoulent entre l'excitation de ce nerf et le mouvement tracé par le myographe. Mais le nerf et le muscle de la grenouille consomment un certain temps entre l'excitation qu'ils ont reçue et la production du mouvement; il faut donc défalquer du retard total ce temps dépensé par la grenouille. On obtiendra ainsi le temps que la torpille elle-même aura consommé entre l'excitation que son nerf a reçue et la décharge de son appareil électrique.

» La figure ci-après représente le tracé d'après lequel on détermine à la fois le retard de la décharge électrique et celui de la secousse musculaire employée come signal.

» L'expérience se fait en trois temps successifs.

» Suivant les procédés ordinaires de la myographie, on fixe, dans une première expérience (ligne 1), le point auquel correspond l'excitation électrique destinée aux nerfs, et l'on obtient en *e* le signal de cette excitation.



» Dans une seconde expérience (ligne 2), on fait agir l'excitation, non pas sur la torpille, mais directement sur le nerf de la grenouille. On obtient un tracé qui montre qu'un temps *eg*, assez considérable, s'est écoulé entre l'excitation et le signal du mouvement : c'est la mesure du temps consommé par la grenouille avant la production du tracé.

» Dans une troisième expérience (ligne 3), on fait agir l'excitation sur le nerf de la torpille, et l'on recueille la décharge de celle-ci pour provoquer le mouvement de la *grenouille-signal*. On voit que l'intervalle *et* qui s'écoule cette fois entre l'excitation et le mouvement est plus considérable que dans le cas précédent. Mais il est clair que l'on doit retrancher de cet intervalle le temps *eg* dépensé par la grenouille; de sorte que le reste *gt* représente le temps que la torpille elle-même a consommé entre le moment où son nerf a été excité et celui où elle a fourni sa décharge électrique.

» Ces deux temps, mesurés au diapason, correspondent à $\frac{1}{80}$ de seconde pour la grenouille, à $\frac{1}{60}$ pour la torpille : ils sont donc sensiblement égaux.

» Pour pousser plus loin l'analyse, il faudrait, imitant ce que Helmholtz a réalisé pour l'appareil moteur, faire la part du temps exigé par la transmission de l'excitation dans le nerf électrique et de celui qui a été consommé par l'appareil de la torpille à titre de *temps perdu*. Or on sait que le temps perdu d'un muscle de grenouille est d'environ $\frac{1}{100}$ de seconde. Ce temps constitue la plus grande partie du retard *eg* du signal de la grenouille. Quant à la transmission de l'excitation dans le nerf du muscle, elle

ne consommait que très-peu de temps, à cause de la brièveté de ce nerf. La torpille elle-même n'offrait pas une longueur de nerf beaucoup plus grande entre le point excité et l'appareil électrique; tout porte donc à croire que la presque totalité des retards *eg* et *gt* est produit par le *temps perdu*. J'ai pu m'en convaincre pour la torpille, en promenant l'excitateur sur différents points de la longueur du nerf électrique : cela influait très-peu sur le moment d'apparition de la décharge.

» Il m'a semblé que, dans le nerf électrique, l'agent nerveux circule un peu plus lentement que dans un nerf moteur de grenouille; mais une détermination précise de cette vitesse demanderait l'emploi d'instruments plus sensibles que ceux dont je pouvais disposer.

» Une autre étude me semblait présenter un intérêt tout particulier : c'est celle de la durée de la décharge de la torpille. La détermination de la durée de ce phénomène fera l'objet d'une Note que je présenterai prochainement à l'Académie. »

ZOOTECHNIE. — *Sur la théorie de l'achèvement hâtif des os*. Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'explication que j'ai donnée de la soudure hâtive des épiphyses des os longs et de la densité plus grande de ces os, chez les animaux dits *précoces* (1), vient de soulever en Allemagne une objection qu'il est de mon devoir de réfuter. J'ai dit que, dans la méthode d'alimentation qui favorise la production du phénomène, le rôle principal appartient aux graines ou semences entrant dans la ration à titre d'aliments complémentaires. On m'objecte que ces graines ou semences sont en effet riches en acide phosphorique et en potasse, mais non point en chaux, et que, par conséquent, elles ne peuvent fournir au système osseux les matériaux de son développement hâtif. La réponse n'est pas difficile.

» Dans la constitution des fourrages qui forment la ration normale des herbivores, que ces fourrages soient empruntés aux tiges et aux feuilles des plantes graminées ou des légumineuses, l'élément calcaire (2) prédomine de beaucoup sur l'acide phosphorique. Dans le foin de trèfle, par exemple, il

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 229.

(2) On ne peut négliger de tenir compte aussi des sels calcaires que contient en dissolution l'eau des boissons.

y a 1,90 de calcaire et seulement 0,45 d'acide phosphorique pour 100. Dans le foin de pré, le calcaire est à l'acide phosphorique comme 0,96 est à 0,53. Dans les semences, au contraire, c'est l'acide phosphorique qui prédomine sur la chaux. La relation est 0,95 à 0,12 pour l'avoine, 0,80 à 0,07 pour l'orge, 0,92 à 0,08 pour le seigle, 0,95 à 0,03 pour le maïs, 1,20 à 0,18 pour les fèves, 1 à 0,16 pour le sarrazin, 2,50 à 0,11 pour le son de froment. Il y a un moindre écart pour les graines oléagineuses, qui d'ailleurs se montrent les plus efficaces dans le sens indiqué. Les relations extrêmes y sont 1,10 à 1,48 et 2,50 à 0,98.

» Le complément que les graines ou semences dont il s'agit apportent à la ration, au point de vue qui nous occupe, est donc principalement de l'acide phosphorique. Je n'ai point prétendu autre chose, dans les ouvrages où j'ai développé la théorie de la précocité. Dans les rations qui sont constituées comme l'indique cette théorie, et dont l'observation et l'expérience ont largement confirmé l'efficacité, l'acide phosphorique et la chaux se trouvent en présence de la magnésie et de la potasse surtout, dans les proportions et les conditions nécessaires pour former le phosphate des os en quantité plus abondante en un temps donné. C'est ce qui favorise la transformation prompte des chondroplastes des cartilages de conjugaison, en ostéoplastes ou corpuscules osseux. L'auteur allemand auquel je réponds n'a pas pris garde que les graines ou semences ne sont ici considérées que comme des aliments complémentaires. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques expériences d'induction magnéto-électrique.* Note de **M. Ruhmkorff.**

« Lorsqu'on prend un faisceau de fils de fer, couvert d'un gros fil de cuivre destiné à donner passage, d'une manière intermittente, au courant d'une pile, et qu'on enroule ensuite un fil fin destiné à obtenir un courant induit, si ce dernier est enroulé au milieu du faisceau, là où il ne se manifeste pas d'aimantation, on obtient un courant induit d'une intensité plus que double de celui que donne la même quantité de fil fin, enroulé sur l'une des extrémités. D'après ce fait connu, j'avais pensé obtenir un appareil beaucoup plus puissant, en construisant un anneau de fil de fer ne présentant pas de pôle; il n'en a pas été ainsi.

» Le fil induit, enroulé sur l'anneau inducteur, ne donnait que $2^{mm},5$ d'étincelle. J'ai alors coupé cet anneau : malgré le rapprochement des extrémités, qui s'effectuait au moment du passage du courant, on obtint alors

un accroissement dans la longueur de l'étincelle d'induction, qui atteignit 5 millimètres.

» Enfin, j'ai placé un morceau de bois de 5 millimètres d'épaisseur entre les deux pôles pour les tenir écartés, et j'ai alors obtenu une étincelle de 15 millimètres. En doublant l'épaisseur de la cale de bois, le résultat a été le même. »

M. P. Guyot adresse une Note relative à la coloration du ciel à Nancy en septembre 1871.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. Gaube adresse une Note portant pour titre « Du carbonate de glycérine, ou de la glycérine phéniquée ».

D'après l'auteur, la levûre de bière serait frappée d'inertie par l'acide phénique, mais peut reprendre son activité lorsque cet acide vient à être éliminé : il en serait de même des principes actifs du vaccin.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XXI, 1re partie. Paris et Bâle, 1871; in-4°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Table des Mémoires contenus dans les tomes I à XX. Genève, 1871; in-4°.

Le Ciel géologique. Prodrome de géologie comparée; par M. S. Meunier. Paris, 1871; in-8°.

Considérations médicales et anthropologiques sur la réorganisation de l'armée en France; par M. le Dr G. Lagneau. Paris, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Quelques remarques ethnologiques sur la répartition géographique de cer-

taines infirmités en France; par M. G. LAGNEAU. Paris, 1871; br. in-4°, avec planches. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Notice sur le Cytisus x. purpureo-Laburnum *ou* Cytisus Adami, Poit., *suivie de quelques considérations sur l'hybridité et la disjonction végétale; par* M. E. MORREN. Gand, 1871; br. in-8°.

Essai sur les gravures chimiques en relief; par M. MOTTEROZ. Paris, 1871; in-8°.

La photographie appliquée aux études géographiques; par M. J. GIRARD. Paris, 1871; in-12.

Atlas physique de la France, publié par l'Observatoire de Paris. — Première carte destinée à l'étude de l'hydrographie de la France et des pays voisins. Réduction des eaux de la carte de la Gaule au huit cent millième. Paris, sans date; carte en 1 feuille.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans, 2e série, t. XIII, n° 4, 1870-1871, 4e trimestre. Orléans, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers, nos 155 à 159. Poitiers, 1871; 3 liv. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 2 octobre 1871.)

Page 807, ligne 18, *au lieu de : mentionnés, lisez : mentionnées.*

Page 807, à la note, *au lieu de : Lettres, lisez : Lettre.*

Page 808, note (1), *au lieu de : Lettre à M. Sédillot, lisez : Astronomie du moyen âge.*

Page 814, équation (20 *bis*), *au lieu de :* $\cos^2 L \frac{d(\mathcal{L}' - \mathcal{L})}{dL}$, *lisez :* $\frac{d.\cos^2 L(\mathcal{L}' - \mathcal{L})}{dL}$.

Page 823, ligne 8 (tableau numérique), *au lieu de :* 0°.01′, *lisez :* 0°.0′; *et au lieu de :* 1°.01′, *lisez :* 1°.0′.

Page 824, lignes 1, 6 et 12, *au lieu de :* Benazet, *lisez :* Bénazé.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye développe devant l'Académie des considérations faisant suite à sa Communication précédente « sur l'histoire et l'état présent de la théorie des comètes ».

Le texte de cette nouvelle Communication sera inséré au *Compte rendu* de la séance prochaine.

ASTRONOMIE. — *Réapparition de la comète de Tuttle.* Note de **M. Delaunay.**

« M. Borrelly, aide-astronome à l'Observatoire de Marseille, vient de se signaler de nouveau par une importante observation. Juste un mois après sa découverte de la planète (117), *Lomia*, il est parvenu à voir et à observer la comète de Tuttle, dont la périodicité avait été annoncée, et se trouve maintenant constatée par cette observation.

» La comète dont il s'agit a été découverte par M. Tuttle à Cambridge (État-unis), le 4 janvier 1858. M. Tuttle, en Amérique, et M. Pape, en Europe, firent presque aussitôt la remarque que ses éléments paraboliques ressemblaient beaucoup à ceux de la seconde comète de 1790, découverte

par Méchain. Bientôt on reconnnut que les observations de 1858 ne pouvaient s'accorder avec une orbite parabolique; M. Bruhns détermina les éléments elliptiques de cette comète, et fixa la durée de sa révolution à $13^{ans},66$. L'intervalle de 1790 à 1858 comprenant cinq révolutions de la comète, elle devait être revenue quatre fois, en 1803, en 1817, en 1830 et en 1844, sans avoir été aperçue, et elle devait revenir de nouveau en 1871. On comprend l'importance qu'il y avait à vérifier cette prédiction. M. Luther a publié, dans le n° 1840 des *Astronomische Nachrichten*, les éléments de la comète calculés pour son retour en 1871 par le jeune Dr Tischler, une des victimes de la dernière guerre (il a été tué sous les murs de Metz). M. Hind a déduit de ces éléments une éphéméride qu'il a publiée dans les *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres (cahier de mai 1871). C'est à l'aide de cette éphéméride que M. Borrelly a trouvé la comète, dans la nuit du 12 au 13 de ce mois. Ainsi la comète de Tuttle peut être mise définitivement au nombre des comètes périodiques.

» Voici un extrait de la Lettre que M. Borrelly m'a adressée à ce sujet :

« Marseille, 13 octobre 1871.

» J'ai retrouvé cette nuit la comète périodique de Tuttle à 13 heures. Le ciel s'étant remis au beau vers 4 heures du matin, j'ai pu en faire une bonne observation que je vous adresse :

12 octobre 1871, $16^h 29^m 19^s$, temps moyen de Marseille.

$$Æ = 9^h 9^m 44^s,68, \quad D = +44^\circ 16' 15'',1.$$

» La comète a l'aspect d'une nébulosité diffuse, mal définie; elle paraît allongée dans le sens NO-SE. Elle est faible, passablement étendue (2′20″ environ). L'étoile de comparaison est 67 Weisse, hora 9, nouveau Catalogue.

» La correction approchée de l'éphéméride de M. Hind, donnée par cette première observation, est :

$$\Delta\alpha = +0^m,5, \quad \Delta\delta = +1^\circ 3'. \text{ »}$$

» La comète de Tuttle a pu être observée à Paris par MM. Lœwy et Tisserand, aussitôt après l'arrivée de la Lettre de M. Borrelly. Voici la Note dans laquelle ils ont consigné leur observation :

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Par. × Δ.	Distance polaire.	Par. × Δ.
	h m s	h m s		° ′ ″	
« 14 octobre 1871	12.36.12,2	9.14.35,29	$-(\bar{1},711)$	47.12.13,1	$-(0,783)$

Position de l'étoile de comparaison.

	Æ moyenne pour 1871,0.	Réduction au jour.	P. moyenne pour 1871,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
439 Weisse.	9.21.48,03	+0,92	47.10.17,9	+11,7	3 obs. *des Zones* de Bessel.

Correction approchée de l'éphéméride, p. 216, *des* Monthly Notices.

$$\Delta\alpha = -0^m 49^s, \qquad \Delta\delta = +1°27'.$$

» L'état brumeux du ciel a rendu l'observation très-pénible; par suite, la position obtenue peut être affectée d'une erreur sensible. La comète ressemble à une nébulosité blanchâtre, diffuse et de forme irrégulière. Son diamètre est environ de 3 minutes d'arc. Le noyau est excessivement faible, son éclat est à peine celui d'une étoile de 13e grandeur. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes concernant la détermination sur une courbe géométrique, d'une série de groupes de points en nombre déterminé;* par **M. Chasles.**

« I. On sait que lorsqu'une courbe C_m, d'ordre m, est douée du nombre maximum de points doubles, $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$, on détermine individuellement les points de la courbe au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre $(m-1)$ ou $(m-2)$ (*), et que les mêmes considérations s'appliquent aux courbes douées de points multiples d'ordre quelconque, faisant l'équivalent du maximum possible de points doubles (**).

» Ces premiers résultats sont des cas particuliers d'un théorème très-général concernant la détermination d'une série de groupes de points sur une courbe douée de points multiples d'ordre quelconque ne faisant pas l'équivalent du maximum de points doubles. Désignant par ν ce qui manque à ce maximum (ce que M. Cayley appelle le *défaut* de la courbe) (***), on détermine sur la courbe des groupes de $(\nu+1)$ points. Voici le théorème :

» *Lorsqu'une courbe* C_m, *d'ordre* m, *a des points multiples d'ordre* r, r', ... *et des points doubles, faisant ensemble l'équivalent de* $\frac{(m-1)(m-2)}{2} - \nu$ *points doubles, on détermine sur cette courbe des groupes de* $(\nu+1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $(m-\mu)$ *ayant :* 1° *des points multiples d'ordre* $r-\rho$, $r'-\rho'$, ... *coïncidant respectivement avec les points d'ordre* r, r', ... *de* C_m; 2° *des points simples coïncidant avec les points doubles de* C_m, *et* 3° *d'autres points simples, en nombre*

$$3(m-1) - m\mu + r(\rho-1) + r'(\rho'-1) + \ldots + \nu,$$

coïncidant avec des points simples de C_m; *les indéterminées* μ, ρ, ρ', ... *devant*

(*) *Comptes rendus*, t. LXII, 1866, p. 584.

(**) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 1354.

(***) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 586.

satisfaire à la relation

$$\mu^2 - 3\mu - \rho(\rho - 1) - \rho'(\rho' - 1) - \ldots + 2 = 0.$$

» Le nombre des points doubles de la courbe est

$$\frac{(m-1)(m-2)}{2} - \frac{r(r-1)}{2} - \frac{r'(r'-1)}{2} - \ldots - \nu,$$

puisqu'il fait avec les points multiples d'ordre r, r',... l'équivalent du maximum possible de points doubles moins ν.

» *Démonstration.* — Premièrement, les courbes d'ordre $m - \mu$ forment un faisceau, c'est-à-dire qu'elles satisfont à la condition de passer par $\frac{(m-\mu)(m-\mu+3)}{2} - 1$ points communs. En effet, la condition d'avoir un point multiple d'ordre $(r - \rho)$ équivaut à celle de passer par $\frac{(r-\rho)(r-\rho+1)}{2}$ points; donc les courbes satisfont aux conditions de passer par des points en nombre

$$\begin{aligned} &\frac{(r-\rho)r-\rho+1)}{2} + \ldots + \frac{(m-1)(m-2)}{2} - \frac{r(r-1)}{2} - \ldots - \nu \\ &\quad + 3(m-1) - m\mu + r(\rho - 1) + r'(\rho' - 1) + \ldots + \nu \\ &= \frac{(m-\mu)(m-\mu+3)}{2} - \tfrac{1}{2}[\mu^2 - 3\mu - \rho(\rho-1) - \ldots] - 2 \end{aligned}$$

ou, en vertu de l'équation de condition,

$$\frac{(m-\mu)(m-\mu+3)}{2} - 1. \qquad \text{C. Q. F. P.}$$

» Secondement, les points communs aux courbes d'ordre $m - \mu$ et à C_m sont en nombre $m(m-\mu) - (\nu + 1)$. En effet, la coïncidence du point multiple d'ordre $r - \rho$ avec le point multiple d'ordre r de C_m équivaut à à $r(r - \rho)$ points communs, de sorte que les deux courbes ont en commun

$$\begin{aligned} &r(r-\rho) + \ldots + (m-1)(m-2) - r(r-1) - \ldots - 2\nu \\ &\quad + 3(m-1) - m\mu + r(\rho-1) + \ldots + \nu \end{aligned}$$

points, qui se réduisent à

$$m^2 - m\mu - \nu + \tfrac{1}{2}(\mu^2 - 3\mu - \rho(\rho-1) - \ldots) = m(m-\mu) - (\nu+1).$$

C. Q. F. P.

» Le théorème est donc démontré.

» II. Dans cet énoncé général, les quantités indéterminées μ, ρ, ρ',... qui se présentent avec le signe — dans les binômes $m - \mu$, $r - \rho$, etc., peuvent

prendre toutes, ou quelques-unes, des valeurs négatives, toujours en nombres entiers bien entendu. C'est pour plus de clarté dans la démonstration que nous ne leur avons pas donné le double signe $\pm$. Le signe de chacune changera aussi dans l'expression du nombre des points simples pris sur C_m, comme dans l'équation de condition.

» On conçoit que les solutions de l'équation de condition pourront ne pas satisfaire toutes à la question, telles que celles, par exemple, pour lesquelles l'ordre $(r \pm \rho)$ d'un point multiple serait négatif, ou bien serait égal ou supérieur au degré $(m \pm \mu)$ des courbes que l'on veut construire, et aussi les solutions dans lesquelles on aurait $\mu = 0$, parce qu'alors les courbes du faisceau se trouvant de même ordre que la courbe proposée, passeraient toutes par le même groupe de $(\nu + 1)$ points, puisque cette courbe elle-même ferait partie du faisceau.

» Lorsque la courbe proposée est pure de tous points multiples d'ordre quelconque, ν est égal à $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$, valeur maximum. On détermine alors sur la courbe des groupes de $\frac{(m-1)(m-2)}{2} + 1$ points.

» Voici quelques applications du théorème.

» III. Soit $\rho' = 0$, $\rho'' = 0, \ldots$; l'équation de condition est

$$\mu^2 - 3\mu - \rho(\rho - 1) + 2 = 0.$$

» Prenant μ pour l'inconnue, on a

$$\mu = \tfrac{3}{2} \pm \tfrac{1}{2}\sqrt{1 + 4\rho(\rho - 1)} = \tfrac{3}{2} \pm \tfrac{1}{2}(2\rho - 1),$$
$$\mu = 1 + \rho \quad \text{et} \quad \mu = 2 - \rho.$$

» Ce qui donne lieu à ce double théorème :

» *On détermine sur une courbe d'ordre* m, *douée de points multiples d'ordre* r, r',..., *et de points doubles faisant ensemble l'équivalent du maximum possible de points doubles moins* ν, *des groupes de* $(\nu + 1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes de l'ordre* $(m - \rho - 1)$ *ou* $(m + \rho - 2)$ *ayant sur* C_m : 1° *des points multiples d'ordre* $r - \rho$, r', r'',... *coïncidant respectivement avec les points d'ordre* r, r', r'',...; 2° *des points simples coïncidant avec les points doubles; et* 3° *d'autres points simples en nombre*

$$m(2 - \rho) - 3 + r(\rho - 1) - r' - \ldots + \nu$$

dans le premier cas, et

$$m(1 + \rho) - 3 + r(\rho - 1) - r' - \ldots + \nu$$

dans le deuxième cas.

» Dans le premier cas, où l'ordre des courbes du faisceau est $m - 1 - \rho$, on devra prendre $\rho < m - 1$, et $=$ ou $< r$. Dans le deuxième cas, ρ n'est assujetti qu'à la condition d'être $=$ ou $< r$.

» IV. Prenant ρ pour l'inconnue, dans l'équation de condition, on a

$$\rho = \mu - 1 \quad \text{et} \quad \rho = -\mu + 2.$$

Il en résulte ce double théorème :

» *Sur une courbe* C_m *douée de points multiples d'ordre* r, r',... *et de points doubles en nombre* $\frac{(m-)(m-2)}{2} - \frac{r(r-1)}{2} - \frac{r'(r'-1)}{2} - \ldots - \nu$, *on détermine des groupes de* $(\nu + 1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $m - \mu$ *ayant sur* C_m : 1° *un point multiple d'ordre* $(r - \mu + 1)$ *ou* $(r + \mu - 2)$ *coïncidant avec le point d'ordre* r, *et des points multiples d'ordre* r', r'',... *coïncidant respectivement avec ceux du même ordre;* 2° *des points simples coïncidant avec les points doubles; et* 3° *d'autres points simples en nombre*

$$3(m-1) - m\mu + r(\mu - 2) - r' - r'' - \ldots + \nu$$

dans le premier cas, et en nombre

$$3(m-1) - m\mu - r(\mu - 1) - r' - r'' - \ldots + \nu$$

dans le deuxième cas.

» V. Soient $\rho = 1$, $\rho' = 1, \ldots$, l'équation de condition se réduit à

$$\mu^2 - 3\mu + 2 = 0,$$

donnant

$$\mu = 1 \quad \text{et} \quad \mu = 2.$$

» Donc :

» *On peut déterminer sur une courbe* C_m, *ayant des points multiples d'ordre* r, r',..., *et des points doubles faisant, avec ces points multiples, l'équivalent de* $\frac{(m-1)(m-2)}{2} - \nu$ *points doubles, des groupes de* $(\nu + 1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $(m - 1)$ *ou* $(m - 2)$ *ayant sur* C_m : 1° *des points multiples d'ordre* $r - 1$, $r' - 1, \ldots$, *coïncidant avec les points d'ordre* r, r',...; 2° *des points simples coïncidant avec les points doubles, et* 3° *d'autres points simples en nombres respectifs* $2m - 3 + \nu$, *ou* $m - 3 + \nu$.

» VI. Si l'on fait $\rho = 0$, $\rho' = 0, \ldots$, l'équation de condition se réduit encore à

$$\mu^2 - 3\mu + 2 = 0;$$

et l'on a cet énoncé :

» *Lorsqu'une courbe* C_m *a des points multiples d'ordre* r, r′,... *et des points doubles faisant ensemble l'équivalent de* $\frac{(m-1)(m-2)}{2} - \nu$ *points doubles, on détermine sur cette courbe des groupes de* $(\nu + 1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $(m-1)$ *ou* $(m-2)$, *qui ont sur* C_m : 1° *des points multiples d'ordre* r, r′,... *coïncidant respectivement avec ceux de* C_m; 2° *des points simples coïncidant avec les points doubles; et* 3° *d'autres points simples en nombre* $2m - 3 + \nu - r - r' - \ldots$ *dans le premier cas, et en nombre* $m - 3 + \nu - r - r' - \ldots$ *dans le deuxième cas.*

» VI. Nous avons distingué, dans l'énoncé du théorème général, trois sortes de points sur la courbe proposée C_m : des points d'ordre $r, r', \ldots$, des points doubles, et les points simples; et nous avons fait coïncider, avec les points d'ordre $r, r', \ldots$, les points multiples d'ordre $r - \rho$, $r' - \rho', \ldots$ des courbes à construire; avec les points doubles, des points simples, et avec des points simples, d'autres points simples. Mais on conçoit que des points doubles, et même des points simples de C_m, peuvent être considérés comme des points multiples d'ordre 2 et d'ordre 1; et qu'on peut donc faire coïncider avec ces points des points d'ordre $2 - \rho'$ et $1 - \rho''$, ρ' et ρ'' pouvant être négatifs et donner lieu à des points multiples d'ordre $\rho' + 2$, et $\rho'' + 1$.

» Dès lors le théorème général prend un accroissement de généralité qui comportera de nombreuses solutions nouvelles de la question. Prenons pour exemple le cas fort simple où les courbes du faisceau n'ont qu'un point multiple de chaque ordre; on a cet énoncé :

» *Sur une courbe* C_m, *douée d'un point multple d'ordre* r, *et de points doubles en nombre* $\frac{(m-1)(m-2)}{2} - \frac{r(r-1)}{2} - \nu$, *on détermine des groupes de* $(\nu + 1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $(m - \mu)$ *ayant sur* C_m : 1° *un point multiple d'ordre* $r - \rho$ *coïncidant avec le point multiple d'ordre* r; 2° *un point multiple d'ordre* $(2 - \rho')$ *coïncidant avec un point double;* 3° *un point multiple d'ordre* $(1 - \rho'')$ *coïncidant avec un point simple;* 4° *des points simples coïncidant avec les points doubles moins un, et d'autres points simples en nombre* $3m - m\mu + \nu - 6 + r(\rho - 1) + 2\rho' + \rho''$; *les indéterminées* μ, ρ, ρ', ρ'' *devant satisfaire à la relation*

$$\mu^2 - 3\mu - \rho(\rho - 1) - \rho'(\rho' - 1) - \rho''(\rho'' - 1) + 2 = 0.$$

» Premièrement, les courbes d'ordre $(m - \mu)$ forment un faisceau, c'est-à-dire qu'elles satisfont aux conditions de passer par $\frac{(m-\mu)(m-\mu+3)}{2} - 1$

points simples. En effet, la condition d'avoir un point d'ordre $r-\rho$ équivaut à la condition de passer par $\frac{(r-\rho)(r-\rho+1)}{2}$ points; donc les courbes satisfont aux conditions de passer par des points en nombre

$$\frac{(r-\rho)((r-\rho+1)}{2}+\frac{(2-\rho')(3-\rho')}{2}+\frac{(1-\rho'')(2-\rho'')}{2}+\frac{(m-1)(m-2)}{2}$$
$$-\frac{r(r-1)}{2}-\nu-1+3m-m\mu-6+\nu+r(\rho-1)+2\rho'+\rho''$$
$$=\frac{m^2+3m-2m\mu+2}{2}-3+\frac{\rho(\rho-1)}{2}+\frac{\rho'(\rho'-1)}{2}+\frac{\rho''(\rho''-1)}{2},$$

ou, en vertu de l'équation de condition,

$$\frac{m^2+3m-2m\mu+\mu^2-3\mu}{2}-1=\frac{(m-\mu)(m-\mu+3)}{3}-1.$$

» Secondement, chaque courbe du faisceau a en commun avec C_m des points en nombre

$$r(r-\rho)+2(2-\rho')+(1-\rho'')+(m-1)(m-2)-r(r-1)-2\nu$$
$$+3m-m\mu+\nu-6+r(\rho-1)+2\rho'+\rho''=m(m-\mu)-(\nu+1).$$

» VII. Si la courbe C_m n'a que des points doubles, et que les courbes du faisceau ne doivent avoir aussi que des points doubles et des points simples sur C_m, on obtient ce double théorème :

» *Lorsqu'une courbe* C_m *a* $\frac{(m-1)(m-2)}{2}-\nu$ *points doubles, on détermine sur cette courbe des groupes de* $(\nu+1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $m-1$, *ou* $m-2$, *ayant sur* C_m : 1° d *points doubles coïncidant avec des points doubles;* 2° *des points simples coïncidant avec les autres points doubles de* C_m, *et* 3° *d'autres points simples, en nombre* $2m-3-2d+\nu$ *dans le premier cas, et* $m-3-2d+\nu$ *dans le second cas.*

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse aux observations présentées dans la dernière séance par* M. Bertrand, *à propos d'*Aboul-Wefâ; *par* **M. Chasles.**

« La Note de M. Bertrand insérée dans notre dernier *Compte rendu* oppose deux objections au sens que j'ai donné au passage si discuté d'Aboul-Wefâ.

» Il s'agit, en premier lieu, de la phrase d'Aboul-Wefâ par laquelle il dit que sa troisième inégalité s'ajoute aux deux premières, et à autre chose,

selon moi, qu'il appelle un *calcul rectifié*. J'ai demandé ce que pouvait être ce calcul rectifié, s'il n'était pas le calcul même de la prosneuse.

» Voici à quoi la phrase se rapporte.

» Aboul-Wefâ, en annonçant sa troisième inégalité, dit qu'elle a lieu dans les temps où le centre de l'épicycle se trouve entre l'apogée et le périgée de l'excentrique, c'est-à-dire dans toutes les positions du centre de l'épicycle; il ajoute qu'elle atteint son maximum, de 45 minutes *environ*, dans les trines et sextiles (les octants), et qu'elle est nulle dans les syzygies et les quadratures.

» Les observations qu'invoque Aboul-Wefâ à ce sujet ont lieu dans les moments où la Lune n'a pas d'inégalité quant à son mouvement sur l'épicycle, c'est-à-dire les moments où elle se trouve à l'apogée ou au périgée de l'épicycle, auquel cas son mouvement doit être égal au mouvement moyen autour du centre du monde. Il dit qu'alors, si la Lune est en outre en sextile ou en trine, il trouve une inégalité de 45 minutes *environ*; et il ajoute que, quand la Lune est à d'autres distances du Soleil (mais se trouvant toujours à l'apogée ou au périgée de l'épicycle, condition première de l'observation), l'inégalité est moindre que 45 minutes.

» A ce sujet, M. Bertrand objecte que si Aboul-Wefâ avait attendu que la condition en trine ou en sextile fût remplie, il n'aurait pas trouvé dans sa vie entière l'occasion de faire quatre observations. « La Lune, dit-il, il » faut le croire, aux moments indiqués, était donc approximativement, » non exactement, au périgée; les inégalités de Ptolémée n'étaient pas » nulles alors, mais très-petites, et cette petitesse même exigeait l'emploi » de formules particulières et d'un calcul rectifié. »

» Ce calcul rectifié pourrait être, pense M. Bertrand, celui dont parle Aboul-Wefâ, et non le calcul de la prosneuse, comme je l'ai supposé.

» Sans m'arrêter à cette conjecture, je dirai simplement que les observations qu'Aboul-Wefâ a pu faire dans toutes les autres positions synodiques de la Lune (lesquelles se pouvaient répéter fréquemment, plusieurs fois même dans chaque lunaison), et qui lui ont appris, comme il le dit, que l'inégalité s'y trouvait moindre que 45 minutes de part et d'autre des octants, et nulle dans les syzygies et les quadratures, que ces observations, dis-je, ne donnaient lieu absolument à aucun calcul de rectification ayant pour objet de substituer à la position observée une autre position, et qu'ainsi tombe l'objection qui m'est opposée. Quant aux observations faites très-près, et de part et d'autre d'un octant, elles auront donné 45 minutes *environ*, comme Aboul-Wefâ le dit deux fois : ce qui a pu

l'autoriser à assigner 45 minutes *environ* au maximum ayant lieu dans les octants.

» Je passe à la seconde objection de notre confrère.

» J'ai dit que la troisième inégalité s'ajoutait aux deux premières rectifiées par la prosneuse. M. Bertrand exprime que cette adjonction aurait dû laisser quelques traces dans la construction finale; c'est-à-dire qu'il faudrait une autre construction comprenant cette troisième inégalité (comme, par exemple, un second épicycle se mouvant sur le premier, ainsi qu'a fait Tycho-Brahé). Mais il est évident que cela n'était nullement nécessaire. Il suffisait qu'Aboul-Wefâ connût la loi de sa troisième inégalité, loi qui se présentait naturellement par l'expression $45' \sin 2A$, comme je crois que l'a dit M. Le Verrier dans notre séance du 4 septembre, puisque l'inégalité était nulle dans les syzygies et les quadratures; ou bien qu'à défaut de cette loi Aboul-Wefâ eût formé une table numérique des inégalités accusées par les observations.

» Que ce soit une construction graphique répondant à l'expression $45' \sin 2A$, ou bien une table numérique, Aboul-Wefâ en aura parlé dans son VI[e] Discours, ou première partie de sa théorie lunaire consacrée à l'exposition complète de son système; et il n'avait point à en parler dans le chapitre X du VII[e] Discours, ou deuxième partie destinée uniquement à la démonstration du système, comme je l'ai déjà plusieurs fois fait observer.

» Toutes les parties du texte d'Aboul-Wefâ me paraissent donc s'accorder avec la solution que j'ai proposée de cette question depuis si longtemps discutée.

» Dans notre dernière séance, j'ai dit que je croyais que l'on pourrait trouver dans quelque bibliothèque de Constantinople l'ouvrage d'Aboul-Wefâ : je suis heureux de pouvoir annoncer aujourd'hui à l'Académie qu'à ce sujet M. R.-Francisque Michel a bien voulu me remettre la Note suivante, qui semble confirmer mes prévisions. Il y a donc à espérer qu'enfin le jour se fera sur cette question importante de l'histoire des sciences.

« M. Allah-Verdi, fils de Andoûm Bey, m'a signalé la présence d'un manuscrit d'Aboul-Wefâ dans la bibliothèque publique de Constantinople. Il est parti pour cette ville, et, aussitôt son arrivée, il doit faire photographier le passage en question, et même le manuscrit tout entier, s'il n'est pas trop volumineux. Il se hâtera d'en envoyer des épreuves à l'Académie. »

« M. H. **Sainte-Claire Deville** signale à l'Académie la publication récente d'un ouvrage intitulé : *État actuel de la métallurgie du plomb en Angleterre, d'après le Dr Percy*.

» A propos de cette brochure, dont l'auteur fait hommage à l'Académie, M. H. Sainte-Claire Deville rappelle l'apparition du grand et monumental ouvrage de métallurgie publié en Angleterre par son savant ami le Dr Percy, professeur à l'École des Mines de Londres. Un volume très-compact et consacré tout entier au plomb vient de paraître, et sera bientôt mis à la disposition du public français par les traducteurs de l'ouvrage entier, MM. Petitgaud et Ronna. Mais, en attendant cette œuvre de longue haleine, M. Ronna en a fait le résumé succinct qu'il offre à l'Académie, et qui sera d'une grande utilité pour nos ingénieurs.

« Rivot, notre savant et regretté métallurgiste, l'auteur d'un beau Mémoire sur les filons de galène argentifère de Vialas, Mémoire si favorablement apprécié devant l'Académie par notre Secrétaire perpétuel, M. Elie de Beaumont, Rivot a bien souvent appelé l'attention des industriels français sur les grandes richesses minérales de la Lozère. M. Moissenet, ingénieur des mines, en s'appuyant sur les grands principes géologiques de son illustre maître, a tout récemment fait la brillante découverte de mines d'étain au centre de la France. Au moment où notre pays a tant besoin, par le travail et la production, de réparer les pertes qu'il subit, M. H. Sainte-Claire Deville croit devoir signaler cette source de richesses, peut-être un peu trop négligée aujourd'hui.

» Les ouvrages de Rivot, du Dr Percy, la présente brochure de M. Ronna contribueront à indiquer aux savants et aux ingénieurs français la voie qu'il faut suivre pour développer chez nous les industries minières et métallurgiques dans les proportions utiles dont elles sont susceptibles. »

M. **Dumas**, après avoir donné lecture de la Note précédente de M. H. Sainte-Claire Deville, ajoute :

« Les observations présentées par notre savant confrère M. H. Sainte-Claire Deville sont d'autant plus opportunes, que certaines exploitations de mines métalliques peu productives, ou même délaissées, deviennent susceptibles de fournir des résultats profitables par l'emploi de la dynamite. L'abattage qu'on obtient à l'aide de ce nouvel agent est assez favorable, comparé à celui que réalise l'emploi de la poudre noire ordinaire, pour qu'on ait adopté l'usage de la dynamite dans un grand nombre d'exploitations du nord de l'Europe et du Nouveau-Monde. Les événements de la

guerre en avaient retardé l'adoption en France; mais déjà l'on peut citer plusieurs compagnies qui l'ont mis en pratique. Ce sera l'objet d'une Communication plus étendue. »

PHYSIQUE — *Recherches thermiques sur l'énergie voltaïque* [suite (1)]; *par* **M. P.-A. Favre.**

« IV. *Couple à sulfate de cuivre et hydrogène allié.* — Je rappelle que ce couple cloisonné contient, dans l'un de ses compartiments, la lame d'hydrogène alliée au palladium et l'acide sulfurique étendu, tandis que la lame de platine et le sulfate de cuivre qui réagit sur l'hydrogène (tout comme il réagit sur le zinc dans le couple de Daniel) occupent l'autre compartiment.

» Comme, dans ces conditions, la détermination directe de l'énergie voltaïque présentait des difficultés sérieuses, j'ai préféré la calculer à l'aide des nombres inscrits dans le tableau suivant, qui complète la série de mes recherches thermiques sur l'hydrogène, et qui m'ont été inspirées par les beaux travaux de T. Graham. En effet, ce tableau renferme des nombres qui m'ont été fournis par des expériences répétées dans les meilleures conditions, et deux nombres que je n'avais pas encore donnés. Il renferme aussi une correction très-importante (2).

» On trouve une différence de 4000 calories environ, représentant à peu près l'énergie voltaïque du couple étudié, en comparant la différence de 43000 calories, environ, qui existe entre les nombres inscrits en (A) et en (C), dans le tableau ci-dessus (et qui se rapportent, le premier, à l'électrolyse du *sulfate d'hydrogène*, dans le voltamètre à lames de platine, et, le second, à l'électrolyse du même corps, dans le *voltamètre à lames d'hydrogène*), avec la différence de 39000 calories environ, qui existe également entre deux nombres se rapportant à l'électrolyse du sulfate de cuivre, et obtenus dans les mêmes conditions, c'est-à-dire pendant l'électrolyse de ce sel dans le voltamètre à lames de platine d'abord, puis dans le voltamètre à lames de cuivre.

---

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente.

(2) Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus*, t. LXVIII, séance du 28 juin 1869, et dans la troisième série d'expériences qui y sont rapportées, les nombres qui correspondent aux expériences faites dans les conditions 1° et 2° (et qui sont presque les mêmes que les nombres inscrits dans la partie II du tableau du présent Mémoire) doivent être remplacés par les nombres inscrits dans la partie III de ce même tableau, et transportés à la seconde série d'expériences rapportées dans la même Communication.

CONDITIONS DES EXPÉRIENCES.	CHALEUR accusée par le calorimètre qui renferme l'électromoteur et le thermo-rhéostat.	CHALEUR empruntée par le voltamètre pour l'électrolyse de 1 équivalent d'ac. sulfurique (quantités calculées).	CHALEUR accusée par le calorimètre qui renferme le voltamètre, et correspondant à l'électrolyse de 1 équivalent d'acide sulfurique.	VOLUME d'hydrogène dégagé dans chaque couple de Smée en 25 min.	VOLUME correspondant d'oxygène ou d'hydrogène dégagé dans le voltamètre.	ANGLES.
I. La pile et le thermo-rhéostat sont placés dans le calorimètre; le voltamètre Pd—Pt (Pd fixant H) étant placé au dehors.	9800 cal	(A) 47275 cal	"	106,0 cc	47,5 cc d'O.	1°,35
Les dispositions précédentes sont renversées.	"	"	(E) 18070 cal	102,5	44,0 d'O.	1,25
II. Deux couples et le thermorhéostat sont placés dans le calorimètre; le voltamètre PdH—Pt (PdH fixant SO^4) étant placé au dehors.	11151	(B) 16208	"	79,0	79,0 d'H.	0,75
Les dispositions précédentes sont renversées.	"	"	(F) 8496	71,0	71,0 d'H.	0,70
III. Deux couples et le thermorhéostat sont placés dans le calorimètre; le voltamètre PdH—Pd (fixant les radicaux SO^4 et H) étant placé au dehors.	17182	(C) 4146	"	148,5	0,0	1,40
Les dispositions précédentes sont renversées.	"	"	(G) 2098	155,0	0,0	1,60
Deux couples et le voltamètre PdH Pt sont placés dans le calorimètre.	16801	(D) 4908	"	224,0	224,0 d'H.	"
Deux couples, le thermo-rhéostat et le voltamètre PdH—Pd sont placés dans le calorimètre.	17984	1271	"	154,0	0,0	"
Deux couples et le thermo-rhéostat sont placés dans le calorimètre, la boussole étant comprise dans le circuit.	19212	"	"	173,0	"	1,70
Deux couples et le thermo-rhéostat sont placés dans le calorimètre, la boussole n'étant pas comprise dans le circuit.	19255	"	"	172,0	"	"

» Il me reste encore à faire une dernière observation qui m'a été sug-

gérée par la comparaison des nombres inscrits dans les parties I et II du tableau ci-dessus avec les nombres inscrits dans la partie III du même tableau. Lorsqu'il se dégage de l'hydrogène à l'électrode négative, comme dans l'expérience (F), et même de l'oxygène à l'électrode positive opposée, comme dans l'expérience (E), la chaleur mise en jeu à l'électrode négative (où l'hydrogène est mis en liberté) reste en totalité confinée dans le voltamètre. Lorsque, au contraire, le dégagement de gaz est nul, à l'une et l'autre électrode en même temps, comme dans l'expérience (G), une quantité considérable de la chaleur mise en jeu à l'électrode négative est transmissible au circuit. Ce phénomène paraît être du même ordre que celui que j'ai déjà signalé pendant l'électrolyse des acides bromhydrique et iodhydrique dans le voltamètre non cloisonné (1), et sur lequel je me suis exprimé de la manière suivante :

« Resterait maintenant à expliquer ce résultat qui ressort des expé-
» riences, savoir : que la quantité de chaleur accusée par le calorimètre,
» contenant le voltamètre (laquelle s'accroît lorsque l'hydrogène rendu
» libre diminue et l'iode augmente), devient nulle lorsque le dégagement
» de l'hydrogène est lui-même nul. On aurait pu penser, *à priori* (d'après
» la marche des premières expériences), que l'effet thermique accusé par
» le calorimètre du voltamètre atteindrait son maximum en l'absence de
» tout dégagement d'hydrogène.

» Faut-il attribuer cette difficulté de transmission du mouvement en-
» gendré dans le voltamètre, par la combinaison de l'iode avec l'hydrogène
» (tant que ce dernier se dégage) à la production simultanée d'un mou-
» vement d'un autre ordre et au voisinage immédiat du premier, dont le
» synchronisme serait détruit (2)? »

» Je me propose maintenant d'exposer les résultats d'expériences qui ont porté plus spécialement sur l'électrolyse des acides oxydants, employés dans les couples à deux liquides, déjà étudiés, et je ferai suivre cet exposé de mes études sur l'origine de l'énergie voltaïque, de quelques considérations qui se rattachent à l'ensemble d'un sujet qui exige encore de nombreuses recherches.

» Dans une première série d'expériences, un électromoteur de 1, 2, 3

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, séance du 22 juin 1868.

(2) Ce dernier mouvement serait du même ordre que celui qui se produit dans chaque couple voltaïque, et qui se transmet au circuit.

ou 5 couples de Smée occupait l'intérieur du calorimètre qui recevait également le thermorhéostat, tandis que le voltamètre était placé au dehors. Dans une seconde série d'expériences, les conditions étaient renversées.

» Les moyennes des résultats fournis par les expériences sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau I.

ACIDES MIS EN EXPÉRIENCES.	ÉLECTROLYSE DE DIVERS ACIDES.		
	CHALEUR EMPRUNTÉE A LA PILE.		CHALEUR qui reste confinée dans le voltamètre non cloisonné.
	VOLTAMÈTRE non cloisonné.	VOLTAMÈTRE à cloison, avec de l'ac. sulfurique dans le compartiment positif.	
Acide sulfurique bouilli	59125cal	55460cal	26455cal
Acide sulfurique normal	46110	48102	13664
Acide azotique normal	45933	50000	15467
Mélange d'acide sulfurique et d'acide chromique étendus	29721	28824	28875
Mélange d'acide sulfurique et d'acide permanganique étendus	18383	17696	23634
Acide azotique fumant (AzO^6H, 0,944HO) } (1)	8178 }	15354 }	9956
Acide azotique concentré (AzO^6H, 6,850HO) } (1)	14214 } A	18810 } B	9950
Acide hypochloreux	5246 }	11092 }	8378

(1) Pour l'acide azotique pur et fumant, le dégagement de gaz a été nul; pour l'acide azotique pur et concentré du commerce, le dégagement a été de 10 centimètres cubes environ d'un gaz non analysé, correspondant à 100 centimètres cubes d'hydrogène, dégagé dans chacun des couples.

» Si des nombres 46000 et 48000, inscrits dans la première et dans la seconde colonne de ce tableau, et qui expriment, en calories, l'emprunt fait à la pile pendant l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu, on soustrait chacun des cinq derniers nombres inscrits dans les mêmes colonnes, et si l'on ajoute à chacune des différences ainsi obtenues les 15000 calories qui représentent l'énergie voltaïque du couple de Smée, on obtient des nombres qui se rapprochent assez de ceux qui ont été trouvés directement par l'expérience, et qui sont l'expression thermique de l'énergie voltaïque de chacun des couples à deux liquides que j'ai étudiés. Ce sont ces nombres calculés qui se trouvent inscrits dans le tableau suivant, comprenant aussi les nombres fournis directement par les déterminations calorimétriques effectuées sur les couples, et qu'il est facile de leur comparer :

Tableau II.

ACIDES MIS EN EXPÉRIENCES.	ÉNERGIE VOLTAIQUE, trouvée directement.	ÉNERGIE VOLTAIQUE, calculée avec le nombre des calories empruntées par l'acide placé dans le voltamètre non cloisonné.	ÉNERGIE VOLTAIQUE, calculée avec le nombre de calories empruntées par l'acide placé dans le voltamètre cloisonné.
Acide chromique..........................	30225cal	31279cal	34176cal
Acide permanganique....................	39234	42617	45304
Acide azotique fumant..................	49848	52822	47646
Acide azotique concentré..............	46447	46786	44190
Acide hypochloreux.....................	50807	55754	51908

» Sans doute ces nombres n'offrent pas la concordance à laquelle nous sommes habitués; mais peut-il en être autrement, puisque les nombres des deux dernières colonnes ont été calculés à l'aide de trois données fournies par des opérations différentes, chacune pouvant apporter son contingent d'erreur? Il importe aussi de faire remarquer que, si les trois derniers nombres de la seconde colonne diffèrent très-sensiblement de ceux qui leur correspondent dans la troisième colonne, il faut aussi l'attribuer aux conditions différentes relatives à l'électrolyse des acides.

» En effet, il suffit de considérer les nombres inscrits en (A) et (B) au tableau I (et qui ont servi à calculer les nombres en question) pour reconnaître que les différences entre les nombres que nous comparons proviennent presque uniquement du degré de concentration des acides oxydants; car, ceux-ci, en s'électrolysant dans le voltamètre non cloisonné, empruntent d'autant moins de chaleur à la pile qu'ils sont plus concentrés (1). Dans le voltamètre cloisonné, au contraire, ce ne sont plus ces acides qui sont électrolysés par le courant, mais bien l'acide sulfurique étendu qui occupe le compartiment positif et qui, pour sa décomposition, emprunte à la pile une quantité de chaleur plus considérable.

(1) Je rappelle que l'acide azotique fumant, qui renferme $0^{équiv}$,944 d'eau, a dégagé 6000 calories, environ, lorsqu'il a été traité par un grand excès de ce dissolvant, tandis que l'acide azotique simplement concentré du commerce, contenant $6^{équiv}$,890 d'eau, n'en a dégagé que 1800, environ, lorsqu'il a été placé dans les mêmes conditions. L'acide hypochloreux, beaucoup moins concentré que les acides précédents, et qui n'a pas été étudié à ce point de vue, présente cette particularité, que l'oxygène provenant de son électrolyse peut suroxyder l'acide hypochloreux dans le voltamètre non cloisonné. Cet effet ne peut pas avoir lieu dans le voltamètre à cloison.

» Les phénomènes qui se produisent dans le couple à acide permanganique, et dont j'ai parlé dans ma précédente Communication, se produisent également dans les voltamètres qui renferment cet acide. Ainsi l'électrolyse se ralentit au fur et à mesure que les opérations se succèdent. En effet, cet acide se réduit de plus en plus avec le nombre des opérations, ce qui le rend de moins en moins apte à fournir au courant la même quantité d'énergie pendant la combustion d'une même quantité d'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'acide sulfurique dans le voltamètre à cloison, et, peut-être, de sa propre électrolyse dans le voltamètre non cloisonné. C'est également le même oxyde, formé pendant les opérations, qui se dépose sur le platine négatif, et quelquefois sur les deux platines du voltamètre non cloisonné, ainsi que sur le platine négatif et même à la surface de la cloison en regard du platine négatif dans le voltamètre cloisonné. Ces circonstances expliquent le défaut de constance dans les résultats fournis par les opérations : aussi l'emprunt de 18000 calories, environ, fait par cet acide à une pile de deux couples de Smée, est-il certainement un maximum, puisqu'il a pu s'électrolyser sous l'influence d'un seul couple ne pouvant lui fournir que 15000 calories, environ. Seulement, l'électrolyse produite à l'aide d'un seul couple (et pendant laquelle l'hydrogène est probablement brûlé par l'oxygène enlevé à l'acide permanganique seul) est trop lente pour pouvoir fournir des nombres suffisamment concordants. Je dois cependant faire observer que, dans les expériences qui ont été faites en employant un seul couple, l'emprunt de chaleur a été notablement inférieur à 15000 calories; d'où il résulte que l'énergie voltaïque du couple à acide permanganique, représentée par 39234 calories, est un minimum, et qu'elle aurait été beaucoup plus élevée si l'oxygène de l'acide permanganique était seul intervenu dans la combustion de l'hydrogène provenant de l'électrolyse.

» Il résulte aussi de la comparaison des nombres qui se rapportent à l'électrolyse, dans les deux voltamètres, des acides chromique et permanganique étendus, que ces acides, pour être décomposés, n'empruntent pas à la pile une quantité de chaleur moindre que celle que leur empruntent l'acide sulfurique et l'acide azotique étendus; en effet, ces nombres sont sensiblement les mêmes, pour chacun d'eux, soit qu'on opère dans le voltamètre non cloisonné, où leur électrolyse peut avoir lieu, soit qu'on opère dans le voltamètre cloisonné, où l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu peut seule se produire.

» Dans ma dernière Communication, j'ai dit que, dans le couple à acide

hypochloreux, l'hydrogène était brûlé par le chlore emprunté à cet acide. C'est ce qui ressort de l'expérience suivante, dans laquelle le calorimètre n'est pas intervenu. Le voltamètre non cloisonné, qui renfermait l'acide hypochloreux, était actionné par deux couples de Smée dont l'activité était ralentie par un rhéostat suffisamment résistant. L'hydrogène fourni par l'un des couples et l'oxygène qui se dégageait du voltamètre ont été recueillis et mesurés, tandis que le chlore correspondant à été absorbé par la potasse; de sa pesée, on a déduit son volume à l'état gazeux. On a eu soin de ne recueillir les gaz et de n'absorber le chlore qu'après avoir purgé d'air le voltamètre et les tubes de dessiccation placés à sa suite et précédant les appareils absorbants.

» Voici les résultats fournis par une expérience :

Pour 315 centimètres cubes d'hydrogène dégagé dans le couple, et par conséquent brûlé dans le voltamètre par l'acide hypochloreux, il s'est dégagé :

Chlore.....................	544^{cc}
Oxygène...................	116

» Si l'hydrogène était brûlé par l'oxygène de l'acide hypochloreux, le volume de chlore mis en liberté dans le voltamètre serait sensiblement égal au volume d'hydrogène fourni par chacun des couples; mais, comme ce volume est bien supérieur, il faut nécessairement admettre que l'hydrogène est brûlé, presque uniquement, par le chlore de l'acide avec formation d'acide chlorhydrique. Celui-ci, en réagissant sur l'acide hypochloreux, le décompose en se décomposant lui-même, et donne naissance à un volume de chlore double de celui de l'hydrogène dégagé dans chacun des couples.

» Il est bien évident que, dans l'expérience ci-dessus, le volume du chlore et celui de l'oxygène sont trop faibles, parce qu'il se produit dans le voltamètre d'autres réactions qui compliquent les expériences, font varier le volume des gaz et modifient, plus ou moins, les résultats thermiques des opérations.

» Il me reste à faire une dernière remarque relative à l'électrolyse de l'acide sulfurique bouilli. J'avais d'abord pensé que cet acide n'emprunterait pas à la pile, pendant son électrolyse, les 9000 calories, environ, qu'il dégage lorsqu'on l'étend d'une quantité d'eau suffisante. Mais les choses ne se sont pas passées ainsi, puisque l'emprunt de chaleur fait à la pile par l'acide sulfurique bouilli, au lieu d'être inférieur de 9000 calories, environ, à l'emprunt de 46000 calories, correspondant à l'emploi de l'acide étendu, a été de beaucoup supérieur. Or, la résistance électrolytique de l'acide bouilli

étant nécessairement plus faible que celle de l'acide étendu, il en résulte que sa résistance physique doit être beaucoup plus considérable. Cette plus grande résistance physique de l'acide sulfurique bouilli semble s'affirmer encore dans le voltamètre; en effet, malgré la présence d'un thermorhéostat puissant (placé à l'extérieur pour rendre la résistance négligeable), la chaleur restant confinée dans ce voltamètre est plus considérable. Ce qui pourrait aussi faire croire qu'il en est ainsi, c'est que le voltamètre à cloison, contenant dans son compartiment positif de l'acide sulfurique étendu dont la résistance électrolytique est plus forte, offre, néanmoins, une résistance plus faible que celle du voltamètre non cloisonné (1). »

MÉMOIRES LUS.

M. G. **Pouchet** donne lecture d'une Note concernant le rôle que joue le système nerveux, dans les changements rapides de coloration que présentent certaines espèces de poissons.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Observations sur quelques points d'analyse spectrale, et sur la constitution des étincelles d'induction; par* M. **Lecoq de Boisbaudran.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« 1° Lorsque l'on augmente la température d'une source lumineuse (flamme ou étincelle), l'intensité *relative* des raies les plus réfrangibles s'ac-

---

(1) Pour expliquer l'emprunt de chaleur plus considérable et l'excès de chaleur qui reste confinée dans le voltamètre, faut-il faire intervenir la viscosité du liquide, qui rendrait plus difficile le mouvement d'orientation des molécules salines, conformément à l'explication de Grothus? Ne faut-il pas plutôt faire intervenir l'absence de toute molécule d'eau sur laquelle le radical métalloïdique, SO^4, réagit dans les conditions ordinaires (pour reconstituer, en vertu d'un *phénomène synélectrolytique*, la molécule de sulfate d'hydrogène décomposée)? N'en résulterait-il pas alors la nécessité de la décomposition de ce radical en acide sulfurique anhydre, SO^3, et oxygène? Faudrait-il encore faire intervenir la réduction, par l'hydrogène, d'un peu de sulfate d'hydrogène avec dépôt de soufre?

Je ferai encore remarquer que, pour 100 volumes d'hydrogène fourni par chacun des couples de la pile, le voltamètre a laissé dégager $143^{vol},5$ d'un mélange gazeux renfermant 89 volumes de gaz non absorbable à froid par le phosphore, mélange bien différent de celui qui provient de l'électrolyse du sulfate d'hydrogène étendu.

croît beaucoup; l'éclat *absolu* des raies les moins réfrangibles subit même quelquefois une diminution, qui peut aller jusqu'à l'extinction. Ce qui est vrai pour l'ensemble d'un spectre l'est aussi (du moins, je ne connais pas d'observation contraire) pour un groupe de raies pris dans une portion du spectre. Ainsi, dans un brûleur de Bunsen, un sel de lithine donne une raie rouge très-vive et une raie orangée très-faible; en activant la flamme par une soufflerie, la raie orangée acquiert une intensité notable, tout en restant fort inférieure à la raie rouge; on commence même à distinguer une raie très-pâle dans le bleu. Si l'étincelle d'induction éclate à la surface d'une solution contenant du lithium (1), la raie orangée dépasse la raie rouge en intensité; la raie bleue est vive, et quelques autres raies moins fortes font leur apparition.

» 2° Avec l'étincelle ordinaire et une solution de bichlorure d'étain, on obtient un groupe de trois raies vertes: 563.1,..., 558.9,..., 556.1, dont la moins réfrangible (563.1) est seule brillante; les deux autres sont très-faibles ou nulles; si l'on fait communiquer les pôles avec une bouteille de Leyde, la raie 563.1 s'affaiblit, au point de pouvoir s'éteindre, tandis que les raies 558.9 et 556.1 deviennent brillantes. Remarquons que l'étincelle condensée est douée d'une température supérieure à celle de l'auréole qui constitue les étincelles ordinaires de faible longueur. Ces renversements d'intensités des raies, produits par l'addition d'un condensateur, sont souvent très-frappants, et précieux pour caractériser les spectres; ils permettent d'éviter de confondre certaines raies voisines, appartenant à des corps différents.

» 3° Je pourrais citer d'autres cas semblables qui, de même que les précédents, me paraissent démontrer que l'augmentation d'éclat relatif des raies les plus réfrangibles dépend directement de l'accroissement de la température.

» 4° Faisons éclater, à présent, l'étincelle d'induction entre deux petites perles de carbonate de lithine maintenues en fusion (2) et éloignées l'une de l'autre d'une couple de millimètres; la raie orangée sera assez faible au voisinage du pôle positif, et excessivement brillante (3) au pôle négatif; même remarque pour la raie bleue.

---

(1) Le fil de platine d'où jaillit l'étincelle doit toujours être positif et les solutions négatives.

(2) On maintient les perles en fusion au moyen d'une lampe à gaz, avec ou sans soufflerie.

(3) Encore plus que la raie rouge.

» 5° Si les différences spectrales des deux pôles sont principalement dues à la différence de leurs températures, il devient probable qu'en augmentant artificiellement l'échauffement du pôle positif on lui commuuiquera les caractères spectraux du pôle négatif; reprenant donc l'expérience des deux perles de carbonate de lithine, j'ai dirigé un trait de chalumeau sur le pôle positif; je n'ai pu, à la vérité, y rendre, par cet artifice, la raie orangée aussi vive que la raie rouge, mais son éclat relatif m'a paru s'être sensiblement accru. De même, en opérant sur le carbonate de soude fondu, j'ai obtenu au pôle positif un sensible renforcement relatif des raies bleues et violettes du sodium, lorsque j'y dirigeais le dard du chalumeau.

» 6° Si je n'ai pas réussi à égaliser complétement l'action spectrale des deux pôles, en faisant agir sur le pôle positif une source de chaleur étrangère (1), j'y suis parvenu en rapprochant suffisamment les électrodes. Pour faire cette expérience, j'ai disposé horizontalement, bout à bout, deux fils de platine égaux ($\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre); l'étincelle provenait de la bobine Ruhmkorff, moyen modèle (30 centimètres de longueur), animée par une pile au bichromate de cinq grands éléments (zinc $15^c \times 10^c$), dont les liquides avaient déjà un peu servi. Avec un espace interpolaire de quelques millimètres, le fil négatif est le seul qui s'échauffe, rougisse et se recouvre de la gaîne bleue productrice du spectre négatif. En rapprochant les fils, il arrive un instant où apparaissent, par éclats, sur le fil positif, de petites taches bleues, semblables à la gaîne du pôle négatif; le spectroscope indique alors au pôle positif la présence intermittente du spectre négatif. Par un rapprochement suffisant, les deux fils se recouvrent de gaînes bleues identiques, il devient impossible au spectroscope de différencier les deux pôles, et le fil positif s'échauffe et rougit autant que le négatif.

» 7° En poussant plus loin le raccourcissement de l'étincelle ($\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{10}$ de millimètre dans mes expériences), l'égalité d'échauffement des deux pôles est dépassé, et le fil primitivement positif possède une incandescence plus vive que le fil primitivement négatif (2). En soufflant légèrement sur l'étincelle, le fil primitivement négatif se refroidit, tandis que celui qui était positif reste encore rouge; en soufflant plus fort, les deux fils perdent leur incandescence, et se montrent l'un et l'autre recouverts de petites gaînes bleues négatives.

» 8° Le renversement d'effet calorifique s'obtient d'autant plus aisément

(1) Excepté dans certains cas (*voir* le § 10).

(2) Comme dans l'arc voltaïque où le pôle positif est celui de la chaleur.

que les oscillations du marteau interrupteur sont plus rapides; si elles sont lentes, il faut des pôles plus voisins pour obtenir la production du phénomène.

» 9° Une interruption, même très-courte du circuit induit, ramène tout aux conditions ordinaires. Ceci me fait penser que le courant inverse joue ici un rôle important.

» 10° Le réchauffement artificiel du pôle positif y facilite aussi l'apparition des taches bleues et de leur spectre; cet effet me paraît dû à ce que l'augmentation de conductibilité du milieu gazeux équivaut à un plus grand rapprochement des fils.

» 11° Je saisis cette occasion pour signaler à l'attention de ceux qui s'occupent d'analyse spectrale l'emploi d'une courte étincelle d'induction, éclatant à la surface d'une petite perle chauffée sur un fil de platine (1). Ce mode opératoire s'applique en particulier, avec avantage, à la production des spectres des métaux alcalins, tels que le potassium, le rubidium et même le sodium, spectres qui sont moins complets et moins brillants lorsqu'on les obtient dans la flamme du gaz, et surtout au moyen de l'étincelle éclatant sur leurs solutions. »

M. Maumené soumet au jugement de l'Académie une Note « sur les combinaisons des sucres avec l'iodure de sodium ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. A. Tripier adresse une Note concernant les réactions musculaires et nerveuses, dans les paralysies cérébrales et dans les paralysies spinales. Cette Note fait suite aux deux Communications précédentes du même auteur, sur la contractilité interrogée par les agents électriques.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. P. Guyot adresse une Note « sur l'*oïdium* du tabac ».

(Renvoi à la Commission nommée pour l'*oïdium aurantiacum* du pain.)

M. Mignot adresse une Note concernant un système à hélice pour la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

---

(1) Pour les recherches spectrales ordinaires, on n'emploiera qu'une seule perle, le pôle positif étant constitué par un fil de platine nu.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Fix* sur un nouvel octant de poche, à un seul miroir;

2° Un travail de M. *A. Puech*, sur les anomalies de l'homme;

3° Un travail de M. *A. Delondre*, sur l'enseignement de la sériciculture dans l'empire austro-hongrois, que M. le Président renvoie à la Commission de Sériciculture, comme étant de nature à lui fournir des informations utiles.

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de M. *Angiolo Ranieri*, un ouvrage intitulé : « Documenti storici geologici sulle antichita delle acque termali e sulle areni scottanti del littorale dei Maronti nell' isola d'Ischia, etc. »

L'auteur, ayant appelé l'attention du gouvernement italien sur cet ancien théâtre des phénomènes de chaleur locale que les poëtes attribuaient aux convulsions du géant Typhée, foudroyé et enseveli par Jupiter sous les roches qui constituent le sol d'Ischia, fait voir que la science moderne donne une appréciation plus juste de cette richesse naturelle que celle qui consistait, il y a peu de temps, à y voir une simple station d'eaux minérales.

Il demande et obtient la concession du sol, toujours chaud, du littoral *dei Maronti*, et, profitant à la fois de sa chaleur, de ses sources thermales et du voisinage de la mer qui le baigne, il se propose d'y établir des marais salants d'un nouveau genre, mettant à la fois à profit la chaleur du sol et celle des rayons solaires. Les sels extraits de la mer seraient ensuite épurés et transformés en produits divers, au moyen de la chaleur naturelle mise à la disposition de l'établissement.

L'Académie a pris, autrefois, un intérêt sérieux à l'importante application de la chaleur naturelle des *suffioni* de la Toscane, qui a permis à M. le comte de Larderel de tirer parti de l'acide borique qui accompagne leurs vapeurs. Ce phénomène, signalé il y a cent ans par Hœfer et Mascagni, est devenu, entre les mains de notre compatriote, la base d'une industrie aussi féconde qu'originale, et a transformé l'état social de la contrée.

En sera-t-il ainsi de la tentative de M. Ranieri? Chacun pourra former son opinion en lisant le document suivant, auquel les noms de MM. Piria,

de Luca, Manzella et Giordano, qui l'ont signé, donne une véritable importance scientifique :

« La côte des Maronti constitue la partie la plus méridionale de l'île d'Ischia, et est complétement au midi; puis, par une légère courbe de l'orient au couchant, elle s'étend entre les deux pointes de la Gnora et celle beaucoup plus saillante et plus raide qui s'appelle le promontoire Saint-Ange. Sa longueur est d'à peu près 2 kilomètres; au milieu, son étendue est d'environ 40 mètres. Elle s'élève doucement à peu de mètres au-dessus du niveau de la mer; mais il y a là, presque perpendiculairement dans toute sa longueur, un point escarpé, haut de 5 à 10 mètres, sillonné verticalement, qui s'unit aux roches de tuf et de trachyte dominant jusqu'à la hauteur des pays de Testaccio à l'orient, et de Serrara-Fontana au couchant.

» Sur cette côte, se versent deux cours d'eau : celui de l'Olmitello à l'orient et celui de Cavascura à l'occident.

» Deux faits importants méritaient d'être examinés attentivement : le premier est la température élevée qui se remarque dans le sable de la côte, et le second est la source de Valle-Oscura, communément appelée Cavascura; l'un et l'autre, au point de vue de la fondation d'un établissement industriel pour lequel on les mettrait à profit.

» Quant au premier fait, on sait que, depuis une époque très-reculée, le sable de la plage est chaud, à ce point d'incommoder quand on passe dessus et d'y rendre impossible une station de quelques minutes; preuve de l'existence d'une quantité importante de vapeur d'eau.

» Il était important de définir avec exactitude la température, et de mesurer l'étendue du sol chaud. Dans ce but, il a été pratiqué de nombreux trous, et l'on y introduisit des thermomètres baignant dans de l'huile; on est ainsi parvenu à constater que le sol commence à être d'une température supérieure à celle ambiante, à une distance de 20 mètres de l'embouchure des eaux de Cavascura vers le couchant, et s'étend au delà de ce lieu de 620 mètres en longueur et de 38 en largeur. Ainsi, pendant que la température tend à diminuer naturellement vers la mer, ne laissant aucune trace de chaleur sur ses bords, elle s'élève au contraire, à mesure qu'on s'approche du haut escarpement qui domine la plage. La zone chaude a deux centres de chaleur supérieure, l'un au levant, plus resserré, l'autre plus vaste, au couchant. Toute l'étendue de cette zone chaude est d'environ 42200 mètres carrés, et sa température varie de 50 à 100 degrés, y compris le sol brûlant qui s'étend sur les collines.

» A l'escarpement dont il a été plusieurs fois parlé et dans le voisinage

du centre de la plus haute température, nous avons recueilli des incrustations d'un sel à réaction alcaline, qui, examiné, a été reconnu être du carbonate de soude.

» En ce qui concerne le cours d'eau nommé Cavascura, il descend d'une élévation de près de 7 mètres sur un plateau inférieur à environ 33 mètres au-dessus du niveau de la mer; mais il en est éloigné de plus de 417 mètres et se trouve au nord-est du centre de plus haute température du sable. Sa puissance est de près de 54 litres par minute, et sa température de 100 degrés.

» Dans son voisinage, coulent les eaux de deux autres ruisseaux, à environ 60 degrés.

» Il est également intéressant de signaler diverses crevasses ou *fumerolles* qui existent sur l'escarpement de Fajano, et d'autres sur celui de San-Angelo, desquelles surgissent des eaux bouillantes en petite quantité. Quelques-unes ont leur source à travers une infiltration d'argile plastique à plus de 30 mètres au-dessus du niveau de la mer, et par un forage elles pourraient peut-être donner de l'eau bouillante. Elles sont distantes de la mer d'environ 200 mètres.

» Chacun comprend de soi-même quels avantages on peut retirer de deux sources de chaleur perpétuelles et presque à côté l'une de l'autre, savoir : le sable des Maronti et l'eau de Cavascura; quelles applications elles sont capables de recevoir, et comment il y a lieu d'utiliser ces richesses calorifiques pour la facile extraction des sels contenus dans l'eau de la mer. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les coefficients calorifiques des courants hydro-électriques et thermo-électriques; par* **M. F.-M. Raoult.** (Extrait par l'auteur.)

« J'ai admis, dans des recherches déjà anciennes (1), que, dans la formule de Joule $V = KeF$, le coefficient Ke est constant et indépendant de la nature de la pile; par suite, que les quantités de chaleur voltaïque V (2) sont rigoureusement proportionnelles aux forces électromotrices F, qu'elles

---

(1) *Comptes rendus* (14 septembre 1863 et 19 septembre 1864), et *Annales de Chimie et de Physique* (avril 1865).

(2) Cette quantité V est la quantité de chaleur dégagée dans le circuit total d'une pile lors du passage de 1 équivalent d'électricité; je continue de l'appeler, avec M. Joule, *chaleur voltaïque;* M. Favre l'appelle depuis peu *énergie voltaïque.*

varient ensemble et suivant les mêmes lois, enfin que l'étude des unes revient à l'étude des autres. Depuis lors, on a élevé des doutes sur l'exactitude de ces principes : on fait remarquer que M. Joule et les physiciens qui, après lui, ont vérifié la formule ci-dessus, ont employé, dans chaque série d'observations, des éléments de même nature dont ils ont seulement fait varier le nombre; de sorte qu'il n'est point démontré encore que K*e* soit constant et absolument indépendant de la nature de la pile.

» C'est cette objection qui m'a décidé à faire les expériences que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Pour décider la question relative à la constance du coefficient K*e*, j'ai fait deux séries d'expériences, par des méthodes différentes. Dans la première série, j'ai dirigé successivement dans un même fil métallique, et pendant le même temps, des courants égaux produits par deux piles différentes, et j'ai mesuré chaque fois la quantité de chaleur dégagée dans le fil. J'ai pu constater, de cette manière, et en me servant des instruments décrits dans mes Communications antérieures, que la quantité de chaleur est la même, à $\frac{1}{100}$ près, lorsqu'on emploie, pour produire le courant électrique, la pile de Daniell, la pile de Bunsen, la pile thermo-électrique de MM. Mure et Clamond. Cette méthode ne peut guère conduire à une exactitude plus grande, pour des raisons développées dans mon Mémoire.

» La méthode que j'ai employée dans ma seconde série d'expériences peut se résumer ainsi : faire passer simultanément et pendant le même temps deux courants électriques égaux, mais de provenances différentes, dans deux fils de platine de résistance égale, et constater l'égalité des quantités de chaleur dégagées dans ces fils. Pour observer l'égalité des deux courants électriques, j'ai un galvanomètre différentiel à fil court, très-sensible, parfaitement construit et vérifié. Pour maintenir l'égalité entre les deux courants, j'ai un rhéostat à sulfate de cuivre, placé dans l'un des deux circuits. Enfin, pour constater l'égalité des quantités de chaleur dégagées, j'ai deux thermorhéomètres, construits à peu près comme ceux de M. Jamin (1), aussi identiques que possible et renfermant des fils de platine d'égale résistance; une *table*, qui les accompagne, indique les effets qu'ils produisent l'un et l'autre, lorsqu'ils reçoivent simultanément et pendant *six minutes* des courants égaux provenant de la même source. Ces instruments étant en place et le rhéostat étant d'avance réglé de manière que les courants soient égaux, on ferme en même temps les circuits des deux piles; l'aiguille du galvano-

(1) M. JAMIN, *Comptes rendus*, séance du 6 juillet 1868.

mètre différentiel se dévie en général un peu au début, parce que l'égalité des courants a pu s'altérer depuis son établissement; mais, au moyen du rhéostat, on rétablit vite cette égalité et on la maintient; au bout de *six minutes*, on rompt les circuits et on note immédiatement les effets produits sur l'un et sur l'autre thermorhéomètre. L'expérience prouve que ces effets sont précisément au nombre de ceux qui, dans la *table* de concordance, figurent comme correspondant à des quantités de chaleur égales; l'écart n'excède pas $\frac{1}{700}$ en valeur relative.

» Les piles dont j'ai étudié les effets, dans ces expériences comparatives, sont :

» 1° Une pile thermo-électrique de MM. Mure et Clamond, formée de soixante-douze éléments de fer-galène et équivalant à peu près, comme résistance, à deux éléments de Bunsen petit modèle : le circuit de cette pile ne renfermait aucun liquide;

» 2° Une pile de cinq éléments de Daniell, dont le circuit renfermait un rhéostat à sulfate de cuivre;

» 3° Une pile de cinq éléments de Bunzen, dont le circuit renfermait un rhéostat à sulfate de cuivre et, de plus, un voltamètre à eau acidulée.

» La quantité de chaleur produite a été la même dans tous les cas. Ainsi, malgré les différences les plus grandes, dans la nature de la pile et dans la composition du circuit, deux courants qui produisent des effets magnétiques égaux produisent, dans la même résistance, des effets calorifiques égaux. *La chaleur dégagée par un courant électrique est indépendante de la nature de la pile; le coefficient calorifique* K *e est le même pour toutes les sources d'électricité voltaïque.* »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sels ammoniacaux : acides faibles;* *par* **M. Berthelot.**

« 1. On a presque érigé en axiome que le mélange de deux sels neutres, à l'état de solutions étendues, donne lieu à des effets thermiques nuls ou à peine sensibles. J'ai reconnu que cette conclusion ne s'applique pas aux sels formés par les acides faibles, toutes les fois que lesdits sels sont en état d'équilibre avec l'eau, par suite d'une séparation partielle de l'acide et de la base; elle ne s'applique pas davantage lorsque des sels de cette nature peuvent prendre naissance. Précisons les faits : il s'agit d'une méthode pour définir l'état de toute une classe de sels dans leurs dissolutions.

» 2. Soient d'abord les carbonates, et parlons des carbonates neutres de

potasse et de soude, pour mieux établir leur différence avec le carbonate neutre d'ammoniaque. Les carbonates de potasse et de soude se comportent comme des sels stables à l'égard de l'eau : celle-ci ne les décompose pas d'une manière sensible. Ainsi lesdits carbonates dissous peuvent être mêlés soit avec d'autres sels alcalins neutres et stables, soit entre eux, sans donner lieu à un phénomène thermique notable :

$$CO^3Na\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + CO^3K\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) \ldots\ldots \quad +0,04$$

» Les bicarbonates de potasse et de soude se comportent de la même manière. Leurs solutions peuvent être mélangées entre elles, avec celles des sels neutres et stables, et même avec celles des carbonates neutres, sans variation notable de température :

$$C^2O^4KO.HO\,(1\text{ équiv.} = 4^{lit}) + CO^3Na\,(1\text{ équiv.} = 4^{lit}) \ldots\ldots \quad +0,00$$

» Il en est encore de même du bicarbonate d'ammoniaque. Peu décomposable par l'eau, il ne l'est pas davantage par la réaction des sels neutres et stables, tels que l'azotate de potasse, le sulfate de potasse, le chlorure de sodium (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 867), le chlorhydrate d'ammoniaque, etc. Il n'agit pas non plus sur le sel de potasse, qui lui correspond, c'est-à-dire sur le bicarbonate de potasse :

$$C^2O^4AmO\,HO\,(1\text{ équiv.} = 4^{lit}) + C^2O^4KO\,HO\,(1\text{ équiv.} = 4^{lit}) \ldots \quad +0,00$$

» 3. Le carbonate neutre d'ammoniaque offre des réactions bien différentes. Sa dissolution (1), mélangée avec celle du carbonate neutre de potasse ou de soude, donne lieu à une absorption de chaleur considérable et qui s'accroît avec la proportion du sel alcalin :

CO^3Am	(1 équiv. $= 4^{lit}$)	$+\frac{1}{2}CO^3K$	(1 équiv. $= 2^{lit}$)	....	$-0,86$
CO^3Am	»	$+1\ CO^3K$	»	....	$-1,29$
CO^3Am	»	$+1\frac{1}{2}CO^3K$	»	....	$-1,54$
CO^3Am	»	$+2\ CO^3K$	»	....	$-1,66$

» Le carbonate d'ammoniaque réagit également sur les bicarbonates de potasse et de soude, avec un dégagement de chaleur progressif, lequel contraste avec l'absence d'action réciproque entre les carbonates neutres des alcalis fixes et leurs bicarbonates :

---

(1) Préparée par la réaction d'un équivalent de bicarbonate dissous sur 1 équivalent d'ammoniaque dissoute.

$C^2O^4KO\,HO$ (1 équiv. = 4^{lit})	$+\ \frac{1}{2}CO^3Am$	(1 équiv. = 2^{lit})	....	+ 0,56
»	+ 1	»	....	+ 0,80
»	+ 1 $\frac{1}{2}$	»	....	+ 0,98
»	+ 2	»	....	+ 1,06

» Réciproquement le bicarbonate d'ammoniaque est décomposé par les carbonates de potasse et de soude, avec une absorption de chaleur, croissante en raison de l'excès du sel neutre :

$C^2O^4AmO\,HO$ (1 équiv. = 4^{lit})	$+\ \frac{1}{2}CO^3K$	(1 équiv. = 2^{lit})	....	− 0,94
»	+ 1	»	....	− 1,70
»	+ 1 $\frac{1}{2}$	»	....	− 2,29
»	+ 1	»	....	− 2,69

» Le résultat suivant est plus caractéristique encore : le bicarbonate d'ammoniaque dissous est attaqué par la solution du carbonate neutre, avec dégagement de chaleur :

$C^2O^4AmO.HO$ (1 équiv. = 2^{lit}) + CO^3Am (1 équiv. = 2^{lit})..... + 0,62

résultat inexplicable si les deux carbonates existaient réellement et intégralement dans la liqueur, d'après les analogies tirées des carbonates fixes.

» Enfin le carbonate de potasse dissous n'éprouve aucune réaction notable de la part de l'ammoniaque :

CO^3K (1 équiv. = 2^{lit}) + AzH^3 (1 équiv. = 2^{lit})..... + 0,02,

tandis que la solution du carbonate neutre d'ammoniaque dégage encore de la chaleur, et cela d'une manière progressive, par suite des additions successives d'ammoniaque (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 867).

» 4. Tous ces faits s'expliquent en admettant que la solution du carbonate neutre d'ammoniaque se distingue de celle des carbonates alcalins fixes, parce que le carbonate neutre d'ammoniaque n'existe pas intégralement formé dans les liqueurs qui en renferment les éléments. En réalité, celle-ci doit être envisagée comme contenant un mélange de bicarbonate d'ammoniaque, de carbonate neutre et d'ammoniaque libre; c'est l'ammoniaque qui agit sur les bicarbonates de potasse, de soude et même d'ammoniaque, pour former une certaine proportion de carbonate neutre. Quant à la réaction du bicarbonate d'ammoniaque sur le carbonate neutre de potasse, elle est la conséquence d'une double décomposition, laquelle forme une certaine proportion de bicarbonate de potasse et de carbonate neutre d'ammoniaque, entre lesquels s'exerce ensuite la réaction signalée plus haut. L'existence de cette double décomposition peut être confirmée

d'ailleurs par celle qui a lieu entre le carbonate de potasse et les sels ammoniacaux stables, réaction importante et sur laquelle je reviendrai bientôt. De même la réaction du carbonate neutre de potasse sur la solution du carbonate neutre d'ammoniaque s'explique par l'existence du bicarbonate d'ammoniaque dans la liqueur; d'où résulte du bicarbonate de potasse, etc. Bref, dans tous ces systèmes liquides, il se produit un équilibre toujours identique, quel que soit le point de départ, et qui donne naissance à cinq composés simultanés, savoir : les bicarbonates de potasse et d'ammoniaque, les carbonates neutres de ces deux bases, enfin l'ammoniaque libre.

» Il s'agit maintenant de préciser davantage cet équilibre. A cet effet, il est nécessaire de connaître la chaleur de formation du bicarbonate d'ammoniaque et celle du carbonate neutre d'ammoniaque véritablement existant, ce dernier ne devant pas être identifié avec une solution qui en renferme simplement les éléments.

» 5. Soit d'abord le bicarbonate d'ammoniaque. Ce sel représente une des limites de la réaction entre l'acide et la base; car il est stable en présence de l'eau, au même titre que les bicarbonates de potasse et de soude. En effet sa dissolution n'agit point thermiquement sur les sels neutres et stables, non plus que sur les bicarbonates fixes; ce qui prouve qu'elle ne contient ni ammoniaque libre, laquelle agirait sur le bicarbonate de potasse, ni carbonate neutre d'ammoniaque, lequel agirait sur les azotates, chlorures, sulfates alcalins. En outre, l'écart thermique entre la formation des bicarbonates de potasse et d'ammoniaque est représenté par

$$1,30 = 11,00 - 9,70,$$

nombre qui ne varie notablement ni avec la température (15 à 20 degrés), ni avec la dilution : c'est précisément la même différence constante qui existe entre les sels ammoniacaux et les sels de potasse ou de soude formés par les acides forts (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 748). Le bicarbonate d'ammoniaque est donc stable en présence de l'eau, aussi bien que les bicarbonates de potasse et de soude.

» J'insiste sur ces conclusions. Elles montrent que la tension propre que le gaz ammoniac pourrait manifester dans le bicarbonate cristallisé n'influe guère sur l'équilibre qui se produit dans les dissolutions de ce sel entre l'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique; pas plus que la tension propre du gaz carbonique dans les bicarbonates de potasse et de soude cristallisé ne détermine une décomposition partielle desdits sels dans leurs

dissolutions; car ces dernières ne sont pas influencées par l'addition d'un carbonate neutre de la même base. La tension propre des gaz ammoniac ou carbonique dans le sel solide est donc un phénomène d'un tout autre ordre que l'équilibre qui règle l'état du sel dissous.

» On le comprendra mieux en se reportant aux faits observés dans la réaction de l'eau sur le mannitate de soude (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 668), sur les alcoolates alcalins et même sur le borate de soude (p. 865). En effet, ladite réaction ne détermine point une séparation pure et simple du corps dans ses composants, mais la formation d'un acide hydraté, d'une base hydratée, d'un alcool, c'est-à-dire qu'elle exige la fixation des éléments de l'eau; or ceux-ci ne préexistent ni dans les borates anhydres, ni dans les mannitates et autres alcoolates alcalins : le phénomène est comparable à la décomposition progressive et limitée des éthers par l'eau. Il est le même, d'après mes expériences, que les corps régénérés aient une tension propre, telle que celle de l'alcool ordinaire et de l'acide acétique, en présence de l'éther acétique; ou bien celle de l'ammoniaque et de l'acide carbonique, en présence du bicarbonate d'ammoniaque; ou que les corps régénérés soient absolument fixes et stables à la température ordinaire, tels que la soude, la mannite ou l'acide borique, en présence du borate et du mannitate de soude; ou bien encore l'éthal et l'acide stéarique, en présence de leur éther. Les éthers composés, les borates alcalins, les alcoolates, envisagés en soi, ne sont donc pas en général à l'état de dissociation, c'est-à-dire de décomposition propre : ce serait enlever au mot *dissociation* toute signification nouvelle et originale que de l'appliquer d'une manière vague à des corps parfaitement stables en soi, tels que les éthers et les alcoolates, et que de l'étendre aux équilibres divers, observés dans les systèmes complexes, formés par un alcool, un acide, un éther et l'eau, ou bien encore par une dissolution renfermant un alcool ou un acide faible, en présence d'une base. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action du chlore sur divers corps de la série en* C^3 *et sur les isomères de la trichlorhydrine.* Note de **MM. C. Friedel** et **R.-D. Silva.**

« Les faits d'isomérie, qui ont d'abord forcé les chimistes à porter leur attention sur les divers modes de groupement des atomes, et à attribuer à ces arrangements une influence considérable sur les propriétés des corps, offrent encore un autre intérêt : c'est que leur étude est propre à servir de

pierre de touche aux hypothèses émises sur les lois qui président à l'union des atomes.

» L'hypothèse de l'atomicité a conduit à tant de résultats brillants qu'elle est admise aujourd'hui, et à bon droit, par le plus grand nombre des chimistes; car le premier mérite d'une théorie est d'être féconde. Il faut avouer, néanmoins, que les preuves tout à fait complètes en sa faveur manquent encore, et qu'il reste à convaincre un certain nombre d'esprits plus rigoureux, parmi lesquels il en est qui considèrent l'atomicité comme n'étant qu'un cas particulier d'une loi plus générale qui resterait à découvrir.

» Il nous semble conforme à la méthode scientifique d'admettre provisoirement cette hypothèse, précisément parce qu'elle est la plus restrictive et par suite la plus facile à vérifier, et de la soumettre à des épreuves expérimentales qui ne manqueront pas de montrer si elle suffit à exprimer et à classer tous les faits.

» L'étude d'un certain nombre de composés de la série en C^3 nous a paru se prêter tout particulièrement à fournir une pareille vérification. Cette série est suffisamment complexe pour fournir des isomériés en assez grand nombre, pas assez toutefois pour rendre le travail décourageant à force de longueur.

» Elle a de plus l'avantage d'avoir été étudiée déjà en partie par plusieurs chimistes distingués, et spécialement par M. Berthelot, qui a récemment publié des recherches expérimentales sur les isomères de la trichlorhydrine, composé dont on lui doit la connaissance et qui a résumé, à cette occasion, ses idées sur la formation des isomères (1).

» Nous étions d'autant plus naturellement conduits à cette étude que, dans son travail, M. Berthelot paraît conserver des doutes sur l'identité des composés C^3H^3Cl dérivés du méthylchloracétol et du chlorure de propylène, identité qui avait été annoncée par l'un de nous (2).

» Nous nous sommes proposé de vérifier d'abord ce dernier point et d'étudier ensuite les divers isomères de la formule $C^3H^5Cl^3$. Chemin faisant, nous avons rencontré plusieurs faits intéressants relatifs à l'action du chlore et du chlorure d'iode sur les composés organiques, et nous sommes arrivés à reproduire la glycérine en partant de produits qui n'étaient pas eux-mêmes dérivés de ce composé.

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XIII, p. 385 et 393.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 349.

» Dans le travail auquel il a été fait allusion plus haut, l'un de nous avait montré que les composés obtenus par l'action du brome sur les deux propylènes chlorés ne présentent pas de différences. Le doute ne pouvait porter que sur les composés chlorés. Pour obtenir ceux-ci, nous avons fait agir le chlore, d'abord sur le propylène chloré dérivé de l'acétone, et nous avons opéré dans deux conditions différentes, qui ont donné lieu à des résultats entièrement différents aussi :

» 1° Dans l'obscurité, ou dans une très-faible lumière diffuse, et en refroidissant avec de la glace, on observe que, dès le commencement de l'opération et pendant toute sa durée, il se dégage de l'acide chlorhydrique. De peur d'aller trop loin dans la chloruration, après avoir fait passer le chlore pendant quelque temps, on a arrêté l'opération et distillé tout ce qui passait avant 50 ou 60 degrés. Cette partie seule a été de nouveau soumise à l'action du chlore, et ainsi de suite, jusqu'à ce que tout le produit distillât au-dessus de 60 degrés.

» Le produit a été ensuite soumis à une série de distillations fractionnées et séparé en plusieurs portions, dont la plus abondante de beaucoup a été recueillie entre 90 et 96 degrés. Elle est formée, ainsi que le prouvent les analyses, et la densité de vapeur, d'un composé $C^3H^4Cl^2$, c'est-à-dire d'un propylène bichloré. Dans les conditions où nous avons opéré, le corps non saturé C^3H^5Cl, au lieu de fixer du chlore, comme nous nous y attendions, par simple addition, l'a fixé par substitution, en donnant un produit qui est lui-même non saturé.

» C'est ce que prouve l'action qu'exerce sur lui le brome. Ce dernier s'y combine, à une lumière diffuse vive, avec bruissement, et fournit un chlorobromure $C^3H^4Cl^2Br^2$ bouillant de 200 à 205 degrés.

» Chauffé avec la potasse alcoolique à 100 degrés, le propylène bichloré échange un Cl contre le groupe $(OC^2H^5)'$ et fournit un éther chloré par une réaction analogue à celle découverte par M. Reboul avec le glycide dichlorhydrique dérivé (1).

» L'action de l'éthylate de sodium à une température un peu plus élevée enlève complétement le chlore au produit précédent, et fournit des composés dont nous continuons l'étude.

» Le propylène bichloré est isomérique avec le glycide dichlorydrique; le premier bout à 93 degrés; le deuxième de 100 à 101 degrés.

» 2° Au soleil ou à la lumière diffuse vive, le propylène chloré refroidi

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LX, p. 37.

avec de la glace, absorbe le chlore en n'émettant que fort peu d'acide chlorhydrique. Dans ces conditions, il y a fixation directe de chlore, et en employant les mêmes précautions que ci-dessus pour éviter d'obtenir des composés plus chlorés, on isole facilement un liquide passant entre 122 et 126 degrés, qui forme le produit de beaucoup le plus abondant. Cette fois-ci, on a obtenu un isomère de la trichlorhydrine, $C^3H^5Cl^3$. L'action du chlore insolé est donc entièrement différente de celle du chlore non insolé.

» Nous avons retrouvé la même particularité remarquable du chlore se substituant au lieu de s'additionner à un corps non saturé, en employant, au lieu du propylène chloré dérivé de l'acétone, celui dérivé du propylène. Le chlorobromure de propylène qui l'a fourni avait été préparé avec le propylène provenant de l'iodure d'allyle. Ce propylène chloré bouillait à la même température que le précédent (25 à 28 degrés).

» Il a fourni un propylène bichloré ayant exactement le même point d'ébullition que le précédent, et donnant, comme lui, avec le brome, un chlorobromure bouillant de 200 à 205 degrés. Il donne également, par la potasse alcoolique, un éther chloré bouillant vers 110 degrés.

» Ces faits nous semblent ne laisser aucun doute sur l'identité des deux composés C^3H^5Cl, dérivés de l'acétone et du propylène.

» Dans une prochaine Communication, nous aurons l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats de nos recherches sur les isomères ayant pour formule brute $C^3H^5Cl^3$. »

PHYSIOLOGIE. — *Détermination de la durée de la décharge électrique chez la torpille; par* **M. MAREY.**

« Parmi les expériences que les physiologistes et les physiciens ont faites sur la décharge électrique de la torpille, il en est plusieurs qui semblent indiquer que cette décharge n'est point instantanée, comme celle d'une bouteille de Leyde, mais qu'elle dure un temps appréciable et consiste, pour ainsi dire, en un courant passager.

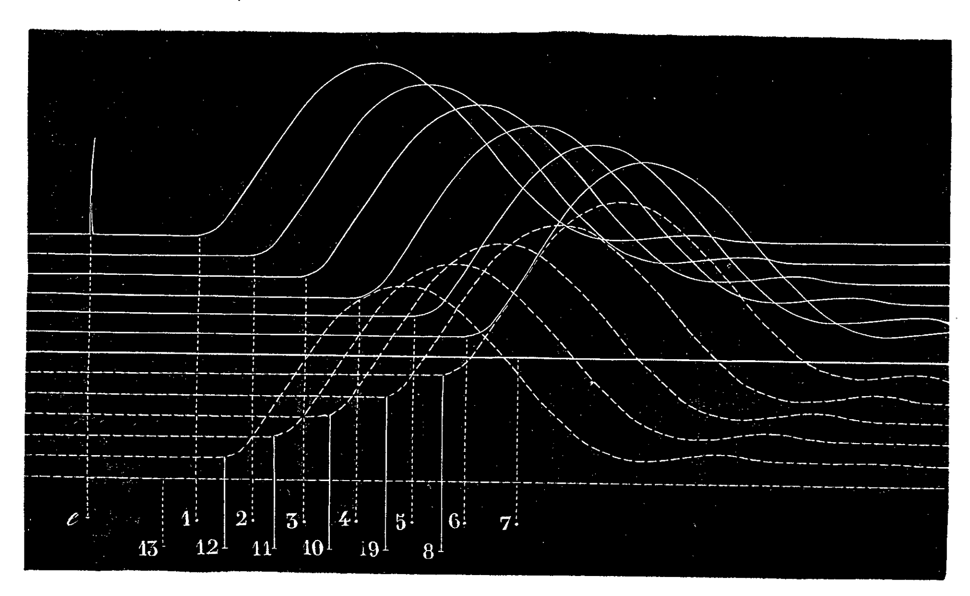
» A l'appui de cette hypothèse, on pourrait indiquer l'action de la décharge du poisson électrique sur l'aiguille du galvanomètre, les effets d'électrolyse obtenus avec la torpille, la possibilité d'emprisonner l'électricité de cet animal sur un condensateur, etc. Une expérience de Matteucci est peut-être plus probante encore : c'est celle qu'on désigne sous le nom d'*expérience de la lime*, et qui a pour but de montrer l'étincelle de la décharge électrique d'une torpille. Sur le dos de l'animal et au niveau de

l'un de ses appareils électriques, on pose une lime; sous son ventre, on glisse une plaque de cuivre soudée au bout d'un fil du même métal dont le bout libre se termine en pointe. Si l'on pose cette pointe de cuivre sur la lime, et qu'ensuite on excite la torpille, la décharge se produit et passe librement, de la lime à la plaque, à travers le fil métallique.

» Si l'on se place dans les ténèbres, et si, pendant qu'on provoque la décharge du poisson, on frotte la pointe du fil sur les dents de la lime, on voit, à chaque décharge provoquée, une et quelquefois deux étincelles jaillir entre la lime et la pointe qui passe sur ses dents.

» La théorie fait penser que, pour qu'une étincelle jaillisse, il faut, pendant la durée des décharges, qu'une rupture du circuit se produise, ce qui arrive quand la pointe de métal quitte une dent de la lime. Pour que deux étincelles se succèdent pendant une décharge, il faut que la pointe ait le temps de quitter successivement deux dents de la lime; cela suppose que la décharge dure un temps mesurable.

» J'ai voulu déterminer, avec quelque précision, cette durée, et me suis servi à cet effet de l'appareil qui m'avait déjà permis de mesurer le retard de la décharge de la torpille sur l'excitation qui la provoque (*Comptes rendus*, 9 octobre 1871).



» Dans mon appareil, une plaque rectangulaire, couverte de noir de fumée, se mouvait avec une vitesse d'environ 50 centimètres par seconde. C'est sur cette plaque que s'écrivent tous les signaux obtenus dans la série

d'expériences destinées à déterminer par tâtonnement le commencement et la fin de la décharge électrique. L'ensemble de ces signaux donne la figure précédente, qui s'interprète de la manière suivante.

» Treize expériences successives ont été faites, et, pour éviter la confusion dans les tracés, à chaque fois on a fait subir à la plaque un petit déplacement. De cette façon les treize expériences sont enregistrées sur autant de lignes superposées et se lisant, comme l'écriture ordinaire, de haut en bas et de gauche à droite. Des chiffres et des lettres situés en bas de la figure sont reliés, par des lignes verticales, aux divers signaux qu'ils désignent.

Un premier signal *e* se voit sur la ligne 1; il déterminera le moment où chaque passage de la plaque amène une excitation de la torpille. Cette excitation se produit toujours à une même phase du passage de la plaque, car elle est provoquée par une pièce qui dépend de cette plaque même et participe à son mouvement. Il s'ensuit que la ligne ponctuée *e* servira de repère pour marquer le moment de l'excitation de la torpille dans toute la série des tracés.

» Pour arriver au muscle de grenouille chargé de la signaler, la décharge de la torpille doit traverser un *contact métallique* qui, par suite du mouvement de la machine, n'est fermé que pendant $\frac{1}{200}$ de seconde. Ce contact peut glisser le long du bord de la plaque; il avance ou recule, suivant que l'on pousse ou que l'on tire une règle divisée. A l'aide de ce mécanisme, on peut fermer le circuit de la torpille et chercher à recueillir le signal de sa décharge, soit au moment où se produit l'excitation électrique, soit à d'autres moments plus ou moins éloignés de cette excitation.

» Si l'on fait coïncider la clôture du circuit de la torpille avec l'excitation, la grenouille ne donne pas de mouvement. C'est que, en effet, elle n'a rien reçu de la torpille. On a vu, dans la Note précédente, le retard assez considérable de cette décharge; la grenouille ne recevra donc rien toutes les fois que le contact métallique aura eu le temps de se rompre avant la production de la décharge de la torpille.

» Si l'on pousse graduellement la règle divisée de manière à retarder de plus en plus l'instant où se produit le contact, il vient un moment où le début de la décharge trouve le circuit fermé, arrive à la grenouille et produit le signal.

» Dans la figure, c'est le n° 1 qui désigne ce premier signal.

» Si la décharge de la torpille était instantanée, en poussant la règle d'une petite quantité, de façon à retarder de $\frac{1}{200}$ de seconde l'instant de la

clôture du circuit, on ferait cesser le mouvement de la grenouille; la décharge, en effet, n'existerait plus au moment où l'on chercherait à la recueillir.

» Mais il n'en est pas ainsi, et, en fermant le circuit de plus en plus tard, on retrouve la décharge de la torpille à des instants de plus en plus éloignés de son début, et l'on obtient ainsi les signaux 2, 3, 4, 5, 6, qui montrent que la décharge a duré pendant tout le temps que la plaque a mis à parcourir l'espace qui sépare les instants 1 et 6. Mesuré au diapason, ce temps correspond à $\frac{1}{14}$ de seconde.

» Dans une septième tentative, en retardant encore le moment de la clôture du circuit, on n'a plus obtenu le signal musculaire, ce qui prouve que la décharge était finie au moment de la clôture du circuit de la torpille.

» Pour faire la contre-épreuve des expériences précédentes, il suffit de ramener la règle en arrière, c'est-à-dire de rapprocher la clôture du circuit du moment de l'excitation, et l'on obtient les signaux 8, 9, 10, 11, 12, jusqu'à ce que enfin, dans une treizième expérience, on ait amené le contact trop près de l'excitation, ce qui supprime de nouveau le signal, la clôture du circuit étant finie avant le commencement de la décharge.

» Pour donner autant de précision que possible à cette détermination de la durée du phénomène électrique, il faut, vers le début et vers la fin de l'expérience, multiplier les tâtonnements, et ne faire avancer ou reculer la règle que d'une très-petite quantité entre chaque expérience. On peut assez facilement obtenir cette détermination avec une approximation de $\frac{1}{125}$ de seconde.

» La durée de la décharge électrique, dans le cas ci-dessus, était, avons-nous vu, de $\frac{1}{14}$ de seconde. A l'inspection de la figure, on voit que cette durée est très-sensiblement celle de chacune des secousses musculaires qui nous servaient de signal.

» Les expériences myographiques ont donc confirmé de tout point les prévisions qui me les avaient fait entreprendre, elles ont montré qu'une parfaite analogie existe entre la décharge électrique de la torpille et la secousse d'un muscle de la vie animale, tant au point de vue du retard de ces phénomènes sur l'excitation qui les provoque qu'à celui de la durée de chacun d'eux.

» Dès que je pourrai donner suite à ces études, je me propose de rechercher si les agents physiques ou chimiques, dont l'influence sur la secousse musculaire est connue, possèdent une influence semblable sur les caractères de la décharge électrique de la torpille. »

M. F. Coyteux adresse une Note relative à une proposition de Legendre, mise au concours par l'Académie pour l'année 1858, et concernant un point de la théorie des nombres.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Puiseux.

M. F. Passot adresse une nouvelle Note sur l'accélération du mouvement de la Lune. L'auteur fait remarquer qu'il avait adressé, le 22 février 1869, une Note sur le même sujet; on avait, par une erreur de lecture, mentionné cette Note comme concernant le mouvement de la *Terre*, au lieu du mouvement de la Lune.

Les deux Notes seront soumises à l'examen de M. Delaunay.

M. Soubrany adresse une Lettre relative à un procédé qui permettrait de photographier les planètes les plus voisines de la Terre, à une échelle considérable.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Laugier.

M. Pigeon adresse une Note sur la non-contagion de la peste bovine.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bouley.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Transactions... *Mémoires de la Société clinique de Londres,* t. III et IV. Londres, 1870-1871; 2 vol. in-8°, reliés.

Army... *Rapport du département médical de l'armée pour l'année* 1869, t. XI. Londres, 1871; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

On the... *Sur le* Diprotodon australis, Owen, *Mémoire sur les mammifères fossiles de l'Australie; par* M. le prof. OWEN. Londres, 1870; in-4°.

On *Dinornis*... *Sur le* Dinornis, XVe partie; *par* M. le prof. OWEN. Lon-

dres, 1871; in-4°, avec planches. (Extrait des *Transactions de la Société géologique de Londres.*)

Monograph... *Monographie des mammifères fossiles des formations mésozoïques; par* M. le prof. OWEN. Londres, 1871; in-4°, cartonné.

First... *Premier Rapport annuel de la Commission administrative de l'Académie des Sciences Peabody*, janvier 1869. Salem, 1869; in-8°.

Record... *Revue de l'entomologie américaine pour l'année* 1868; *par* M. A.-S. PACKARD. Salem, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux et Communications de l'Institut d'Essex*, t. VI, 1re partie, 1868. Salem, 1870; in-8°.

The american... *Le naturaliste américain;* t. III, mars 1869 à février 1870; t. IV, mars et avril 1870. Salem, 1869-1870; in-8°.

Report... *Rapport des Commissaires des pêcheries de l'État du Maine pour les années* 1867 *à* 1869. Augusta, 1869-1870; 2 br. in-8°.

Address... *Discours prononcé à l'occasion du centenaire d'Al. de Humboldt à la Société d'Histoire naturelle de Boston; par* M. L. AGASSIZ. Boston, 1869; in-8°.

Report... *Rapport sur les invertébrés du Massachusetts; par* M. A. GOULD. Boston, 1870; in-8°, relié.

The journal... *Journal de l'Institut Franklin;* t. XC, nos 536 à 539; t. XCI, nos 540 à 545; t. XCII, nos 546 à 547. Philadelphie, 1870-1871; 12 livr. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique américaine de Philadelphie*, t. XI, n° 82. Philadelphie, sans date; in-8°.

Details... *Détails d'une réclamation faite à la France d'une dette de* 24 *millions de francs garantie par la parole de Napoléon III.* Philadelphie, 1869; in-8°, relié.

Index... *Index du tome XII et Index supplémentaire pour les tomes I à XI des Observations sur le genre* Unio*; par* M. I. LEA. Philadelphie, 1869; in-4°.

The extinct... *La faune mammifère fossile du Dakota et du Nebraska, etc.; par* M. J. LEIDY (formant le tome VII, 2e série, du *Journal de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie*). Philadelphie, 1869; in-4°, avec planches.

The... *Éphémérides américaines et almanach nautique pour l'année* 1872. Washington, 1870; in-8°.

Tables... *Tables d'harmonia; par* M. E. SCHUBERT. Washington, 1869; in-8°.

Annual... *Rapport annuel du Bureau des régents de l'Institution smithsonienne pour l'année* 1868. Washington, 1869; in-8°, relié.

The... *Longitude transatlantique déterminée par le* Coast-Survey. *Expédition de* 1866; *Rapport par* M. B.-A. GOULD. Washington, 1869; in-4°.

Nils... *Nils de Nordenskiöld et A. de Nordmann, peints d'après leur vie et leur influence; par* M. E. D'EICHWALD. Saint-Pétersbourg; 1870; in-8°.

Annalen... *Annales de l'Observatoire impérial de Vienne*, 3e série, t. XV. Vienne, 1869; in-8°.

Sveriges... *Carte géologique de la Suède, texte explicatif*, liv. 31 à 35, avec planches. Stockholm, sans date.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

De l'acclimatation des Européens et de l'existence d'une population civile romaine en Algérie, démontrée par l'histoire, suivie d'une Notice historique sur les Beys qui ont régné à Constantine depuis l'an de l'hégire 1123 (1710) *jusqu'en* 1253 (1837); *par* M. le Dr BONNAFONT. Paris, 1871; br. in-8°. (Présentée par M. le Baron Cloquet.)

Note sur un nouvel octant de poche à un seul miroir; par M. FIX. Paris, sans date; br. in-8°. [Extrait des *Annales du génie civil.*] (Deux exemplaires.)

L'opium en Chine. Étude statistique et morale; par M. E. MARTIN. Paris, 1871; br. in-8°. (Présentée par M. Larrey.)

Enseignement de la sériciculture dans l'empire austro-hongrois, etc.; par M. A. DELONDRE. Paris, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'acclimatation.*)

Des anomalies de l'homme, de leur fréquence relative; par M. A. PUECH. Paris, 1871; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la théorie mathématique de l'électricité dynamique; par* **M. J. Bertrand.**

« L'un des derniers cahiers du *Journal de mathématiques* (t. LXXII, 1er cahier), publié à Berlin, sous la direction de M. Borchardt, contient un Mémoire intitulé : *Sur les équations du mouvement de l'électricité dans les conducteurs en repos*, par M. Helmholtz.

» L'importance du sujet et la juste renommée de l'auteur imposent aux physiciens et aux géomètres l'examen des principes nouveaux qui y sont proposés. Il me semble utile, j'oserai presque dire nécessaire, de présenter quelques observations critiques sur le but du Mémoire et sur les résultats obtenus. Ils sont proposés avec confiance comme mathématiquement démontrés, et plus d'un lecteur sans doute, incapable de contrôler les savantes transformations de l'auteur, les acceptera sans les discuter.

» Malgré les admirables travaux d'Ampère et les belles recherches de Neumann et de Weber, les lois élémentaires des actions électrodynamiques restent encore impénétrables. Les phénomènes s'accomplissent comme si les actions s'exerçaient suivant certaines lois acceptées sans contestation

comme l'expression mathématique des faits observés; mais, on l'a remarqué depuis longtemps, d'autres lois en nombre infini pourraient conduire, dans tous les cas accessibles à l'expérience, à des résultats absolument identiques.

» Le choix entre les lois d'attraction n'est pas cependant indifférent, et l'étude intime des phénomènes, la recherche des lois du mouvement de l'électricité à l'intérieur des corps qui la transmettent exigent absolument que l'on en adopte une à l'exclusion des autres. Les résultats, identiques quand on étudie l'action totale d'un conducteur fermé, sont dans tout autre cas fort différents.

» Pour prononcer entre ces lois diverses, M. Helmholtz, à l'exemple de M. Neumann, substitue à l'étude des forces celle d'un *potentiel* dont la variation représente le travail accompli par elles. Il adopte provisoirement pour ce potentiel une expression générale qu'il croit pouvoir concilier successivement par le choix convenable de la valeur attribuée à un certain paramètre avec toutes les hypothèses proposées jusqu'ici.

» Arrêtons-nous sur la définition de ce potentiel, elle est le point de départ et la base de tout le Mémoire. Le potentiel, suivant M. Helmholtz, comme suivant M. Neumann, peut être défini comme la quantité de travail développé par les actions électrodynamiques ou électromagnétiques, quand les deux courants, ou le courant et l'aimant, sans changer d'intensité électrique ou magnétique, sont transportés à une distance infinie l'un de l'autre.

« Das Potential eines Stromes auf einen Audern oder auf einen Magneten, in Neuman-
» schen sinne, kann definirt werden als die Quantitat Mechanisches Arbeit, welche durch
» die Electrodynamischen oder Electromagnetischen Abstossungskrafte gelesteit wird,
» wenn die beiden Strome, beziehlich Strom und Magnet, bei unveranderter stromstarke
» und Magnetisirung in unendliche Entfernung von einauder ubergefuhrt werden. »

» La route suivie par les courants ou les aimants considérés n'est pas spécifiée; il est donc sous-entendu qu'elle est indifférente, et qu'un conducteur ou un aimant étant transporté d'un lieu à un autre le travail des forces développées est indépendant de la route suivie, lorsque les positions extrêmes sont données; s'il en est autrement il n'y a pas de potentiel.

» On peut remarquer que, *à priori*, et indépendamment de l'étude des phénomènes, certaines expressions adoptées comme potentiel conduiraient à des conséquences contradictoires. Considérons, en effet, comme le fait M. Helmholtz, deux éléments de courant isolés, et supposons donnée l'expression hypothétique du potentiel. Si l'un des éléments restant fixe, on dé-

place l'autre infiniment peu, parallèlement aux trois axes successivement, les trois variations obtenues pour le potentiel feront connaître, d'après la définition, les trois composantes de la force qui sollicite l'élément. Si donc on donne ensuite à l'élément de courant un mouvement infiniment petit, distinct des trois premiers, une rotation autour de l'axe des z, par exemple, le travail pourra se calculer d'après l'expression connue de la force, et, s'il n'est pas égal à l'accroissement du potentiel, il y aura contradiction.

» Cette contradiction se présente précisément pour les expressions adoptées par M. Helmholtz, et il est aisé de le vérifier. Considérons, par exemple, le cas où, dans la formule générale, on suppose le paramètre arbitraire k égal à l'unité. Le potentiel d'un élément de courant ds d'intensité i, agissant à la distance r, sur un élément ds' d'intensité i', est, d'après cette formule,

$$ii'\frac{ds\,ds'\cos(ds,\,ds')}{r}.$$

» Si l'élément ds se déplace parallèlement aux axes de coordonnées, l'angle $(ds,\,ds')$ ne changeant pas, on devra prendre pour les composantes de la force

$$\mathrm{X} = ii'\,ds\,ds'\cos(ds,ds')\frac{d\frac{1}{r}}{dx} = -\frac{x-x'}{r}\,ii'\frac{ds\,ds'\cos(ds,\,ds')}{r^2},$$

$$\mathrm{Y} = -\frac{y-y'}{r}\,ii'\,ds\,ds'\frac{\cos(ds,\,ds')}{r^2},$$

$$\mathrm{Z} = -\frac{z-z'}{r}\,ii\,ds\,ds'\frac{\cos(ds,\,ds')}{r^2},$$

et la force est dirigée suivant la ligne r qui réunit les deux éléments, et elle a pour expression $\frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}\cos(ds,\,ds')$.

» Supposons maintenant que l'on fasse tourner ds autour d'un axe passant par ds', le déplacement étant normal à la force, le travail sera nul, le potentiel changera pourtant, puisque l'angle de ds avec ds' ne sera pas constant, et il y a par conséquent contradiction.

» Il y a plus, on peut affirmer que la tentative de M. Helmholtz pour trouver le potentiel de deux éléments isolés ne saurait réussir, et qu'aucune expression ne peut remplir les conditions introduites dans dans sa définition.

» Le potentiel, s'il existe, doit, en effet, être de la forme $\mathrm{P}ii'\,ds\,ds'$, i et i' désignant les intensités, et ds, ds' les longueurs des éléments; le travail dû

à un déplacement quelconque, fini ou infiniment petit, de ds serait, par définition,

$$ii' ds\, ds'\, \delta P,$$

δP étant la variation de P; mais la force étant de même ordre de grandeur que $ii' ds\, ds'$, le travail pour un déplacement infiniment petit des points de l'élément ds doit être infiniment petit par rapport à cette force. P ne peut, dès lors, contenir les angles qui définissent la direction de ds, car une rotation de ds autour de l'un de ses points pourrait donner à δP une valeur finie pour un déplacement infiniment petit des points d'application de la force. P, d'un autre côté, ne peut être indépendant de ces angles, car les composantes de la force déduite de trois translations parallèles aux axes en seraient alors indépendantes, et l'action de deux éléments, déterminée par leur position seulement serait, contrairement aux faits, indépendante de leur direction.

» M. Neumann, il est vrai, dans son beau Mémoire sur l'induction, a proposé l'emploi d'un potentiel dans l'étude des phénomènes électrodynamiques, et les géomètres ont accepté avec raison ses démonstrations. Mais, pour M. Neumann, le mot *potentiel* n'a pas un sens aussi étendu que pour M. Helmholtz. L'accroissement du potentiel représente le travail développé, non sur un élément, mais sur un circuit fermé. La somme totale des travaux exercés sur les divers éléments est indépendante du chemin suivi et ne dépend que des positions extrêmes; il n'en est pas ainsi pour un élément isolé, ni même pour un contour fini qui ne serait pas fermé, et l'illustre physicien se garde bien d'appliquer ses formules à de tels cas.

» Comment une formule qui implique contradiction permet-elle d'établir des calculs précis et en apparence concordants? C'est que, loin de la soumettre à aucun contrôle, on ne discute même pas l'accord du procédé qui sert à en déduire la force d'induction avec les principes que l'on semble invoquer. Le potentiel de Neumann sur un élément ds, d'intensité i, étant $Pi ds$, l'illustre physicien a démontré que l'on peut prendre pour mesure de la force inductrice la dérivée $\frac{dP}{dt}$ par rapport au temps, et cette force inductrice est dirigée dans le sens même du fil parcouru par le courant. M. Helmholtz accepte ce principe; il l'applique en faisant usage de l'expression du potentiel qu'il a proposée, et, prenant cette fois pour guide M. Kirchhoff, il veut l'étendre à l'étude du mouvement de l'électricité dans un conducteur à trois dimensions. $\frac{dP}{dt}$ est toujours déterminé : dans

ce cas, on peut lui faire représenter une force, mais quelle en sera la direction? La question n'est même pas posée dans le Mémoire.

» La solution adoptée apparaît bientôt cependant et ne laisse subsister aucun doute : un élément de volume $dx\,dy\,dz$, dans l'intérieur duquel la vitesse des molécules électriques a pour composantes u, v, w, est assimilé, comme l'avait fait d'ailleurs M. Kirchhoff, à trois courants parallèles aux axes et dans lesquels le produit $ii'ds\,ds'$ d'Ampère est remplacé respectivement par

$$u\,dx\,dy\,dz,\quad v\,dx\,dy\,dz,\quad w\,dx\,dy\,dz;$$

deux molécules $dx\,dy\,dz$, $dx'\,dy'\,dz'$ étant remplacées chacune par trois courants, le potentiel se trouve représenté par la somme des neuf potentiels résultant de la combinaison de ces courants deux à deux, et la somme de ces neuf potentiels reproduirait le potentiel unique relatif à l'action de deux courants dirigés dans chaque molécule, suivant la direction suivie par l'électricité qui la traverse. Mais au lieu de les réunir en une seule somme, M. Helmholtz les ajoute trois par trois, en considérant séparément ceux qui se rapportent aux courants $u\,dx\,dy\,dz$, $v\,dx\,dy\,dz$, $w\,dx\,dy\,dz$, et si les trois sommes sont

$$\mathrm{P}u\,dx\,dy\,dz,\quad \mathrm{Q}v\,dx\,dy\,dz,\quad \mathrm{R}w\,dx\,dy\,dz,$$

il considère $\frac{d\mathrm{P}}{dt}$, $\frac{d\mathrm{Q}}{dt}$, $\frac{d\mathrm{R}}{dt}$ comme les composantes de la force inductrice parallèlement aux axes. L'hypothèse admise est donc évidente, la force d'induction sur le courant composant parallèle à chaque axe est dirigée dans le sens de cet axe, et l'on doit croire que, d'après ce principe, la force d'induction mesurée par la dérivée du potentiel total est dirigée dans le sens même de la vitesse des molécules électriques. Il n'en est rien pourtant, le principe admis pour les courants composants parallèles à des axes arbitraires ne s'applique pas au courant résultant ; les trois forces $\frac{d\mathrm{P}}{dt}$, $\frac{d\mathrm{Q}}{dt}$, $\frac{d\mathrm{R}}{dt}$ déduites des formules de M. Helmholtz ne sont en effet nullement proportionnelles à u, v, w, et leur résultante n'est pas dirigée dans le sens de la vitesse dont ces quantités sont les composantes. Si par exemple, dans la formule générale, on suppose $k = 1$, la force d'induction résultant de la molécule $dx'\,dy'\,dz'$ sur la molécule $dx\,dy\,dz$ est, d'après les formules adoptées, dirigée suivant la droite qui réunit les deux molécules; si l'on fait $k = -1$, elle se trouve parallèle à la force qui, dans la molécule inductrice, produit l'accélération du fluide électrique, à d'autres valeurs de k

correspondant d'autres *hypothèses* sur la direction de la force inductrice : les forces développées sur les courants composants parallèles aux axes sont cependant supposées, dans tous les cas, dirigées dans le sens même de ces courants.

» Les objections précédentes me dispensent, je crois, d'analyser les conséquences déduites de principes dont les uns sont impossibles, les autres bien difficiles à accepter. Bien d'autres difficultés pourraient être produites, qui, si je ne me trompe, sont tout aussi graves ; elles n'auraient d'utilité que si l'on trouvait à celles-ci une réponse satisfaisante. J'ai cru devoir appeler sur ce point la sérieuse attention des géomètres et des physiciens. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la détermination d'une série de groupes d'un certain nombre de points sur une courbe géométrique* (suite) ; *par* **M. Chasles**.

« J'ai communiqué, dans notre dernière séance, un théorème général concernant la détermination sur une courbe géométrique d'une série de groupes d'un certain nombre de points, au moyen de faisceaux de courbes déterminées par des points pris tous sur la courbe proposée.

» Ce théorème général, qui a donné lieu à des applications très-diverses, est susceptible lui-même d'un nouveau degré de généralité, en ce sens que l'on peut prendre au dehors de la courbe proposée C_m, une partie des points du faisceau de courbes d'ordre $(m - \mu)$ que l'on veut construire, tandis que nous avons supposé que l'on prenait tous ces points sur la courbe C_m. Il suffira de diminuer le nombre des points simples du faisceau que l'on prend sur les points doubles et les points simples de C_m. Nous ne parlons pas des points multiples d'ordre $r - \rho, \ldots$ coïncidant avec les points d'ordre $r, \ldots$, parce que ces points d'ordre $r - \rho, \ldots$ peuvent déjà ne pas exister dans les théorèmes précédents, puisqu'on peut supposer $\rho = r, \ldots$.

» Voici l'énoncé du théorème ainsi généralisé :

» *Lorsqu'une courbe* C_m *a des points multiples d'ordre* r, $r', \ldots$ *et des points doubles en nombre* D, *faisant avec les points multiples l'équivalent du maximum possible de points doubles moins* ν, *on détermine sur cette courbe des groupes de* $(\nu + 1)$ *points, au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre* $(m - \mu)$ *ayant :* 1° *des points multiples d'ordre* $r - \rho$, $r' - \rho', \ldots$ *coïncidant avec les points d'ordre* r, $r', \ldots$ *de* C_m ; 2° *des points simples coïncidant avec* $D - \delta$ *points doubles de* C_m ; 3° $3(m-1) - m\mu + r(\rho - 1) + r'(\rho' - 1) + \ldots + \nu + 2\delta$ *autres points simples sur* C_m, *et* 4° $\delta + \delta'$ *points simples étrangers à* C_m ; *les indéter-*

minées μ, ρ, ρ', ..., δ, δ' *satisfaisant à l'équation*

$$\mu^2 - 3\mu - \rho(\rho-1) - \rho'(\rho'-1) - \ldots + 2 - 4\delta - 2\delta' = 0.$$

» On a

$$D = \frac{(m-1)(m-2)}{2} - \frac{r(r-1)}{2} - \ldots - \nu - \delta.$$

» Premièrement, les courbes d'ordre $(m-\mu)$ forment un faisceau. En effet, elles satisfont à la condition de passer par des points en nombre

$$\begin{aligned}
&\frac{(r-\rho)(r-\rho+1)}{2} + \ldots + \frac{(m-1)(m-2)}{2} - \frac{r(r-1)}{2} - \ldots - \nu - \delta \\
&\quad + 3(m-1) - m\mu + r(\rho-1) + \ldots + \nu + 2\delta + \delta + \delta' \\
&= \frac{m^2-3m+2}{2} + 3(m-1) - m\mu + 2\delta + \delta' + \frac{\rho(\rho-1)}{2}.
\end{aligned}$$

Or

$$\rho(\rho-1) + \ldots = \mu^2 - 3\mu + 2 - 4\delta - 2\delta'.$$

Il vient donc

$$\begin{aligned}
&\frac{m^2-3m+2}{2} + 3(m-1) - m\mu + 2\delta + \delta' + \frac{\mu^2-3\mu}{2} + 1 - 2\delta - \delta' \\
&= \frac{(m-\mu)(m-\mu+3)}{2} - 1.
\end{aligned}$$

Donc les courbes forment un faisceau.

» Secondement, les courbes ont en commun avec C_m des points en nombre

$$\begin{aligned}
&r(r-\rho) - \ldots + (m-1)(m-2) - r(r-1) - \ldots - 2\nu - 2\delta \\
&\quad + 3(m-1) - m\mu + r(\rho-1) + \ldots + \nu + 2\delta \\
&= m^2 - m\mu - \nu - 1 = m(m-\mu) - (\nu+1).
\end{aligned}$$

Donc elles déterminent sur C_m des groupes de $(\nu+1)$ points.

» Le théorème est donc démontré. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse des hydracides* (suite); *par* **M. P.-A. Favre.**

« Dans cette seconde Communication (1) sur l'électrolyse des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, je fais connaître les résul-

(1) Voyez *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1231.

tats de nouvelles expériences sur ces acides placés dans des conditions différentes.

« Dans mes premières recherches, les hydracides, suffisamment étendus d'eau, étaient placés dans le voltamètre non cloisonné; et, lorsque les expériences se succédaient sans renouveler les liquides, leur électrolyse se compliquait par suite de l'accumulation du chlore, du brome ou de l'iode dans la liqueur acide. En effet, à partir de la première opération, une partie de l'acide électrolysé (laquelle allait en augmentant sans cesse), et enfin la totalité, se reconstituait.

» On voudra bien m'accorder, néanmoins, que ces premières expériences n'ont pas été sans utilité, puisqu'elles ont mis en évidence l'action que l'hydrogène naissant exerce sur le chlore, sur le brome et même sur l'iode (1), ainsi que l'action perturbatrice que paraît exercer la vibration produite par le passage de cet hydrogène de l'état actif à l'état ordinaire; vibration qui semble modifier celle qui accompagne la formation des composés salins, de sorte que cette dernière ne serait plus transmissible au circuit.

» Dans mes nouvelles recherches, la dissolution étendue de l'hydracide était placée dans un voltamètre à cloison; de telle sorte que, pendant les opérations, qui se succédaient sans renouveler le liquide, le métalloïde, mis en liberté dans l'un des compartiments, échappait au contact de l'hydrogène produit dans l'autre compartiment. Dans ces conditions, la quantité de chaleur empruntée à la pile par le voltamètre, qui contenait successivement chacun des acides étudiés, était bien l'expression thermique de l'analyse de ces acides, attendu que la résistance physique de ce voltamètre avait été rendue négligeable à l'aide d'un thermorhéostat, suffisamment puissant, contenu, ainsi que la pile, dans le calorimètre.

» Quant à la chaleur accusée par le calorimètre, lorsque celui-ci renferme le voltamètre, elle peut être corrigée lorsqu'on opère sur les acides bromhydrique et iodhydrique. Il suffit, pour cela, d'en retrancher la quantité de chaleur provenant de la dissolution, dans leurs hydracides respectifs, du brome et de l'iode mis en liberté. Il n'a pas été possible de faire cette correction pour l'acide chlorhydrique, puisqu'il n'était pas possible de connaître la quantité de chaleur mise en jeu : 1° par l'action décomposante d'une partie du chlore, mis en liberté, sur l'eau; 2° par la réaction

---

(1) L'acide iodhydrique gazeux est un corps *explosif*, et l'on connaît le peu de stabilité de cet acide en dissolution.

de l'oxygène de l'eau ainsi décomposée sur le chlore en dissolution; 3° par la dissolution d'une partie du chlore; 4° enfin, par le passage à l'état gazeux du chlore qui n'a pas réagi sur l'eau et qui ne s'y est pas dissous.

» Enfin cette Communication comprend les résultats fournis par des expériences afférentes aux acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique étendus remplaçant dans la pile l'acide sulfurique étendu ordinairement employé, et déterminant l'attaque du zinc avec formation de chlorure, bromure et iodure de ce métal en dissolution également étendue.

» Voici les moyennes des quantités de chaleur mises en jeu pendant l'électrolyse des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique :

(I) Le voltamètre était placé hors du calorimètre qui renfermait la pile et le thermorhéostat.

	Chaleur empruntée à la pile dans l'*analyse thermique* des acides étendus.
Acide chlorhydrique...............	34825^{cal}
» bromhydrique...............	26192
» iodhydrique.................	15277

» En faisant dissoudre, dans la liqueur iodhydrique du compartiment négatif du voltamètre à cloison, une quantité suffisante d'iode, les choses se sont passées comme dans le voltamètre non cloisonné, lorsque, par des opérations successives, une quantité suffisante d'iode s'y est accumulée; c'est-à-dire que le voltamètre n'a plus laissé dégager d'hydrogène et qu'il a rendu à la pile une quantité de chaleur égale à celle qu'il lui empruntait. La pile fonctionnait donc comme si l'on n'avait pas introduit de voltamètre dans le circuit.

(II) Le voltamètre occupait l'intérieur du calorimètre hors duquel étaient placés la pile et le thermorhéostat.

	Chaleur qui reste confinée dans le voltamètre.
Acide chlorhydrique............................	— 2113^{cal}
» bromhydrique..........................	754
» iodhydrique.............................	2286
La dissolution iodhydrique, qui occupe le compartiment négatif, renferme une quantité suffisante d'iode et ne laisse pas dégager d'hydrogène.................	0

(III) Chaleur mise en jeu pendant la dissolution du brome et de l'iode dans leurs acides respectifs étendus.

Brome...........................	1686^{cal}
Iode.............................	— 87

(IV) Les deux derniers nombres inscrits dans le tableau (II) ont été corrigés à l'aide des nombres inscrits dans le tableau (III).

Acide chlorhydrique (non corrigé)......	-2113^{cal}
» bromhydrique..................	-932
» iodhydrique...................	2373

(V) Chaleur mise en jeu dans les opérations suivantes :

	Acide chlorhydrique.	Acide bromhydrique.	Acide iodhydrique.
(*A*) *Synthèse thermique* des acides en dissolutions étendues (1)........................	41262^{cal}	29677^{cal}	14312^{cal}
Chaleur de dissolution des acides pris à l'état gazeux (2)........................	17479	19084	18902
(*B*) *Synthèse thermique* des acides à l'état gazeux.	23783	10593	-4590

» Maintenant, si nous comparons les nombres inscrits au tableau (I) et qui sont l'expression thermique de l'analyse électrolytique des acides étudiés, avec les nombres inscrits en (*A*) dans le tableau (V) et qui sont l'expression thermique de la synthèse de ces acides, nous voyons qu'ils diffèrent de 6437 calories pour l'acide chlorhydrique, de 3485 calories pour l'acide bromhydrique, et enfin de -965 calories pour l'acide iodhydrique. Ces différences doivent provenir, presque exclusivement, de l'état physique des métalloïdes qui se combinent à l'hydrogène dans la synthèse de ces acides. En effet, dans cette synthèse, le chlore est pris à l'état gazeux, le brome à l'état liquide et l'iode, enfin, à l'état solide; tandis que, dans les dissolutions étendues des hydracides soumis à l'électrolyse, on peut considérer ces corps comme se trouvant au même état physique.

» D'où il résulte que, en retranchant ces différences des nombres qui leur correspondent en (*B*), dans le tableau (V), et qui sont l'expression thermique de la synthèse des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique gazeux préparés avec le chlore gazeux, le brome liquide et l'iode solide, on obtient des nombres qui sont, assez approximativement, l'expression thermique de la synthèse de ces acides gazeux, mais préparés avec du chlore, du brome et de l'iode pris au même état physique.

(1) Les nombres qui se rapportent aux acides bromhydrique et iodhydrique ont été obtenus en faisant réagir le chlore gazeux sur leurs dissolutions étendues, et ils ont été corrigés de la quantité de chaleur mise en jeu pendant la dissolution du brome et de l'iode dans les dissolutions acides qui leur correspondent.

(2) Les nombres 19084 et 18902, fournis par des expériences anciennes et qui n'ont pas été répétées, pourraient bien être trop élevés.

» Voici ces nombres :

	Acide chlorhydrique.	Acide bromhydrique.	Acide iodhydrique.
(VI) *Synthèse thermique* des acides gazeux préparés avec les métalloïdes pris au même état physique...........................	17346^{cal}	7108^{cal}	— 3629^{cal}

La différence de 10238 calories qui existe entre le premier nombre et le second n'est pas très-éloignée de la différence de 10737 calories qui existe entre le second et le troisième.

» Je crois qu'il est bon d'insister sur la considération suivante, savoir : que les résultats fournis par l'analyse thermique des oxacides que j'ai soumis à l'électrolyse diffèrent essentiellement des résultats fournis par l'analyse thermique des hydracides placés dans les mêmes conditions. En effet, pendant l'électrolyse des oxacides, leurs éléments constituants, métalloïde et métal, sont bien l'un et l'autre mis en liberté; mais le métalloïde, en s'emparant de l'hydrogène de l'eau qu'il décompose, au moment même de sa mise en liberté, reconstitue immédiatement l'acide décomposé, en laissant dégager l'oxygène que cette eau renferme et qui s'ajoute à l'hydrogène provenant directement de l'électrolyse de l'oxacide. Or, si l'on veut bien se rappeler ce que j'ai dit de l'électrolyse des oxacides (1) (dans une récente Communication sur l'électrolyse des oxydes et des sulfates alcalins), la quantité de chaleur que ces oxacides empruntent à la pile, pendant leur décomposition, au lieu d'être l'expression thermique de leur analyse, ne serait que l'expression thermique de l'analyse de l'eau, dont la décomposition par le métalloïde de l'acide électrolysé constituerait un *phénomène synélectrolytique*, c'est-à-dire se fusionnant avec le phénomène électrolytique proprement dit et mettant en jeu de la chaleur transmissible au circuit.

» Il n'en est plus de même pour les hydracides en question, dont le métalloïde séparé par l'électrolyse reste libre, ainsi que l'hydrogène qui naît en même temps que lui. Aussi, pour ces hydracides, les nombres qui représentent l'emprunt de chaleur fait à la pile sont bien l'exprersion thermique de leur analyse.

» Il résulte aussi de l'examen des nombres inscrits dans le tableau (IV), et qui représentent la quantité de chaleur qui reste confinée dans le voltamètre, dans l'électrolyse des hydracides mis en expérience, que, pour les acides chlorhydrique et bromhydrique, il y a refroidissement du voltamètre qui les renferme. Je me borne, pour le moment, à faire remarquer

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 767.

ce résultat, qui n'est pas le premier de ce genre que je signale à l'attention des physiciens.

» Je vais exposer maintenant les résultats obtenus lorsque les hydracides remplacent l'acide sulfurique du couple de Smée.

(VII). La pile et le thermorhéostat (lorsqu'on juge son emploi nécessaire, comme dans l'électrolyse très-rapide de l'acide chlorhydrique) occupent l'intérieur du calorimètre, et la résistance extérieure est nulle.

	Chaleur totale accusée par le calorimètre.
Acide chlorhydrique................	17412^{cal}
» bromhydrique...............	17950
» iodhydrique..................	17899

» L'électrolyse de l'acide chlorhydrique en présence du zinc est beaucoup plus rapide que l'électrolyse de l'acide sulfurique, placé dans les mêmes conditions; ce qui est dû, peut-être, à la plus grande solubilité du chlorure de zinc, comparé au sulfate du même métal, et par suite à son enlèvement plus facile, par l'eau, de la surface du zinc, au fur et à mesure de sa production. Je dois cependant faire remarquer que l'électrolyse des acides bromhydrique et iodhydrique, pendant laquelle il se produit des bromure et iodure de zinc, également très-solubles, a été loin de marcher avec la même rapidité. Ainsi, dans les expériences suivantes, l'attaque du zinc par l'acide iodhydrique s'est faite, à peu près, dans le même temps que l'attaque de ce métal par l'acide sulfurique, tandis que l'attaque du même métal par l'acide bromhydrique a exigé un temps beaucoup plus long (1).

---

(1) Pour l'acide bromhydrique, les opérations, dont le résultat moyen est consigné dans le tableau (VIII), ont marché avec une telle lenteur, que la quantité d'action chimique (produite dans un temps assez long et qu'on ne pouvait pas dépasser) a été très-faible. D'où il résulte que les nombres n'ont pas présenté la concordance qu'on obtient toujours lorsque les écarts (inséparables de ce genre d'expériences et qui ne sont jamais considérables) ne se rapportent plus à des opérations dans lesquelles la chaleur mise en jeu, et accusée par le calorimètre, est trop faible.

Je crois devoir faire remarquer que si les opérations calorimétriques dans lesquelles on dissout un sel, ou bien on fait réagir un acide sur une base, ou bien encore on mesure la totalité de la chaleur mise en jeu dans l'électrolyse d'un corps, donnent des résultats dont la concordance ne laisse rien à désirer, les opérations dans lesquelles on cherche à faire la part de chaleur, mise en jeu par l'électrolyse, qui est transmissible au circuit et celle qui reste confinée dans les couples et dans les voltamètres sont loin de fournir des résultats qui offrent une concordance aussi satisfaisante. Faut-il attribuer les écarts que présentent les

» Voici les moyennes des résultats fournis par des expériences dans lesquelles le thermorhéostat et un voltamètre à lames de platine, plongées dans une dissolution de *sulfate de zinc soumis à l'électrolyse,* étaient placés hors du calorimètre occupé par la pile :

		Chaleur qui reste confinée dans la pile.
(VIII)	Acide chlorhydrique...............	674^cal
	» bromhydrique...............	2983
	» iodhydrique.................	3315

» En retranchant les nombres inscrits dans ce tableau de ceux qui sont inscrits dans le tableau précédent, on obtient les nombres qui expriment la quantité de chaleur que chacun des couples étudiés transmet au circuit, et par conséquent l'*énergie voltaïque* de chacun de ces couples, sur lesquels j'aurai à revenir :

(IX)	Acide chlorhydrique...............	16738^cal
	» bromhydrique...............	14967
	» iodhydrique................	14584

» Je donne dans le tableau suivant des nombres qui interviendront plus tard dans la discussion sur l'origine de la chaleur qui reste confinée dans les couples et dans les voltamètres.

» Dissolution des chlorure, bromure et iodure de zinc anhydres dans l'eau et dans la dissolution normale chlorhydrique qui a été soumise à l'électrolyse, et dissolution du sulfate de zinc anhydre dans l'eau et dans la dissolution normale sulfurique qui a été également soumise à l'électrolyse.

		Eau.		Liqueurs normales renfermant 5 équiv. d'acide.
		Nombre d'équiv. d'eau employés.	Chaleur dégagée.	Chaleur dégagée.
(X)	Chlorure de zinc.. (1)...	199^cal	7963^cal	4587^cal
	Bromure de zinc.. (1)...	276	7485	4778
	Iodure de zinc.... (1)...	322	5775	2768
	Sulfate de zinc............	250	9553	8149

» Qu'il me soit permis, en terminant, de rappeler quelques considéra-

---

résultats fournis par ces dernières opérations à la nature de la vibration qui accompagne les phénomènes concomitants du phénomène électrolytique proprement dit, et dont nous avons déjà parlé au commencement de cette Communication ?

(1) Les sels ont été préparés par voie sèche et conservés dans des tubes de verre fermés à la lampe. Chaque tube en contenait 3 à 5 grammes environ.

tions qui se rapportent à l'électrolyse et à l'origine de l'énergie voltaïque, et d'en présenter de nouvelles sur le même sujet.

» Dans mes premières recherches thermiques sur le courant voltaïque (1), et dans la partie ayant pour titre : *Réflexions sur la théorie de la pile*, je montre comment j'ai été conduit à admettre, comme *nécessaire*, la constitution de l'électrolyte à travers l'arc interpolaire qui met en communication les deux métaux du couple de Smée, par exemple; de telle sorte que cet arc métallique constitue le véritable espace intermoléculaire séparant les éléments constituants SO^4 et H du sulfate SO^4H, qui s'électrolyse dans ce couple.

» Il en résulte que, pendant l'électrolyse, l'un des deux éléments constituants du sulfate d'hydrogène, SO^4 par exemple, occupant l'une des extrémités de l'arc interpolaire, l'autre élément H occupe l'extrémité opposée; et, quelle que soit la longueur de cet arc, la distance qui sépare ainsi les deux éléments constituants de l'électrolyte est toujours moins considérable, au point de vue électrodynamique, que celle qui sépare la même molécule SO^4 de la molécule H la plus voisine dans le liquide acide du couple. Il en résulte également que, dans une pile composée d'un nombre quelconque de couples, les électrolytes se constituent également à travers chacun des arcs interpolaires qui plongent dans des vases différents; ainsi la molécule constituante métalloïdique, SO^4 par exemple, d'un électrolyte, se trouverait dans un vase, tandis que le métal qui complète cet électrolyte se trouverait dans un autre vase. On s'expliquerait ainsi la nécessité de la loi de Faraday, relative aux électrolyses, la simultanéité des phénoménes électrolytiques dans les couples de la pile et dans les voltamètres qui font partie du circuit (quel que soit le nombre de ces couples et de ces voltamètres), et enfin l'instantanéité de la mise en jeu des forces dans la totalité du circuit.

» D'après la simultanéité des phénomènes électrolytiques dans les couples de la pile, on peut expliquer comment il se fait (la quantité d'action chimique restant constante dans ces couples) que le *nombre relatif* des vibrations (ou l'intensité du courant mesuré à la boussole) reste le même lorsque le nombre des couples varie, et comment l'amplitude des vibrations, ou l'énergie voltaïque, accusée par le calorimètre, croît proportionnellement au nombre des couples lorsque ceux-ci sont de même nature. En effet, lorsque la quantité d'action chimique qui s'exerce dans un

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XL, p. 293.

couple fonctionnant seul, ou dans chacun des cent couples d'une pile, reste la même, voici comment on peut concevoir la marche du phénomène : si, dans un temps donné, il tombe successivement sur le zinc du couple unique employé, cent molécules métalloïdiques, SO^4 par exemple, il en tombera bien, il est vrai, cent fois plus, dans le même temps sur les zincs de la pile; mais ces molécules tomberont cent à la fois, c'est-à-dire une dans chaque couple et simultanément sur chacun des cent zincs, et le nombre des chutes, et par conséquent des vibrations, restera le même.

» Comme, d'une part, il est démontré que l'intensité du courant se modifie avec le nombre de molécules chimiques qui, dans un temps donné, tombent sur le métal positif de chaque couple, et qu'elle n'est nullement modifiée avec la quantité plus ou moins grande d'énergie que ces molécules mettent en jeu (soit parce que ces molécules tombent avec une vitesse plus ou moins grande, selon la nature des couples employés, soit parce qu'elles tombent *simultanément*, et en aussi grand nombre à la fois qu'il y a de couples dans la pile); comme, d'autre part, cette intensité est constante pour une même quantité d'action chimique (accusée dans chacun des couples de Smée, par exemple, par le volume égal d'hydrogène qu'ils laissent dégager dans le même temps), on est conduit à admettre que, dans chaque couple, les molécules s'électrolysent *successivement* et qu'on connaîtra le *poids absolu* des molécules chimiques le jour où l'on aura déterminé le *nombre absolu* de vibrations qui correspond à une intensité donnée. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les divers aspects des protubérances et des autres parties remarquables à la surface du Soleil.* 5e Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 10 octobre 1871.

» Dans plusieurs occasions, j'ai entretenu l'Académie des recherches sur les protubérances solaires, et j'en ai relevé les détails assez intéressants que l'Académie a honorés de son approbation. Cependant, tant que les observations reposaient sur le témoignage d'un seul individu, on pouvait craindre qu'une certaine habitude personnelle de voir et de juger, habitude qu'on contracte sans s'en apercevoir, ne vînt induire en erreur, malgré la bonne volonté de représenter fidèlement la vérité. Aussi, des études comparatives des mêmes objets faites simultanément par deux observateurs éloignés, et avec des instruments égaux autant que possible, devenaient d'une nécessité presque absolue.

» A la suite d'une correspondance réciproque sur ce sujet, M. Tac-

chini, de Palerme, a reconnu la nécessité d'une pareille série d'observations, et heureusement il a été très-facile de nous entendre sur ce point, d'autant plus que nous étions dans des circonstances très-favorables pour l'exécuter. Les réfracteurs dont disposent les deux observatoires sont exactement de même dimension et de même construction. Les spectroscopes employés sont différents, celui de M. Tacchini étant formé de prismes à vision directe et construit par M. Trauber, de Leipsik, tandis que le mien est à vision angulaire, mais assez puissant, quoique un peu inférieur en pouvoir dispersif à l'autre. Cette circonstance pouvait produire quelques différences qu'on devait pouvoir constater en appliquant au même réfracteur les deux spectroscopes. Le climat, dans les deux stations, est assez favorable et peu différent, surtout dans la saison d'été : si l'un présente quelque avantage sur l'autre, c'est celui de Palerme.

» Nous sommes donc convenus de faire ensemble une série d'observations, du 1er au 13 juillet, à la même heure, autant que possible entre 7 heures et 10 heures, tous les matins, en dessinant toutes les protubérances visibles sur le bord entier et les détails les plus intéressants de la chromosphère, nous réservant de collationner ensuite nos dessins, de relever ensemble les identités et les différences, et de faire des observations comparatives avec les deux spectroscopes appliqués au même réfracteur. Nous avons eu le bonheur de rencontrer une saison très-propice, de sorte que, sur treize jours, un seul a fait défaut à Palerme et n'a pas été non plus très-favorable aux observations à Rome. L'astre se trouvait, en outre, dans une époque d'activité très-remarquable.

» C'est le résultat de ces comparaisons, faites dernièrement, que je vais résumer brièvement : je prendrai, comme exemple de ce travail, la journée du 9 juillet, en attendant que nous puissions publier le travail entier, avec l'addition des observations faites à Padoue, simultanément aussi, par le professeur Lorenzoni. Voici nos conclusions :

» 1° Toutes les masses des protubérances indistinctement se trouvent, dans les deux dessins, à la même place; les accidents les plus remarquables de la chromosphère y sont également répétés, partout où ils se présentaient d'une manière capable d'attirer l'attention.

» 2° Les caractères principaux des formes se retrouvent dans les deux dessins. La direction et la position des panaches, les ouvertures dans les masses laissées entre les interstices des filets lumineux, et souvent les moindres détails des extrémités sont identiques. Les régions où les flammes de la chromosphère changent brusquement de direction se trouvent identiques

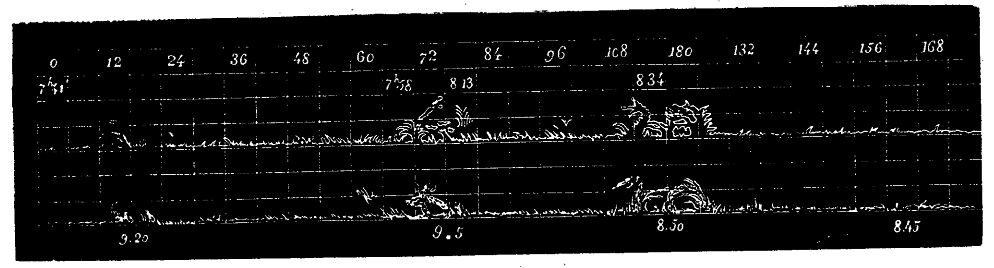
un très-grand nombre de fois, bien qu'il ne soit pas présumable que cette espèce de détails ait toujours fixé l'attention de l'un des observateurs.

» 3° Les hauteurs des protubérances et de la chromosphère sont identiques; s'il y a quelque différence, elle est d'un ordre acceptable en cette matière. Cette identité est plus surprenante, parce que les moyens de mesure de cet élément ont été très-différents : M. Tacchini se réglait sur le nombre des fentes qu'occupait une protubérance, tandis que je déterminais la hauteur par le déplacement de l'instrument, en passant du sommet à la base de la protubérance, ce déplacement étant mesuré sur l'écran où se projetait l'image solaire du chercheur.

» Ces particularités donnent à l'ensemble des deux dessins une telle ressemblance, qu'ils paraîtraient avoir été faits par la même personne.

» Il y a cependant des différences : elles se rangent en deux espèces principales. La première tient à la *manière* du dessinateur. M. Tacchini, plus artiste que moi, s'est formé un style conventionnel, dans lequel, en marquant les contours des objets et des ouvertures, il relève les détails par des traits suffisants pour en caractériser la structure, lorsqu'on en connaît les formes générales. Ses originaux, à une échelle beaucoup plus grande que le dessin actuel, contiennent tous les éléments nécessaires pour rétablir les détails de couleur, ainsi qu'il résulte de ses tables déjà présentées à l'Académie il y a quelque temps. Je cherche, au contraire, à imiter la forme entière des objets, en remplissant les images avec des traits de crayon qui imitent l'allure des filaments et des masses, ce qui a quelquefois l'inconvénient de trop charger les masses. En un mot, son dessin est à *contorno*, le mien est à *ombra*.

» Du reste, l'ensemble des masses se montre identique dans les formes fondamentales. M. Tacchini convient qu'on devrait faire ces figures en grand et au pinceau, comme j'ai fait pour les taches solaires, et les réduire ensuite par la photographie. La chromolithographie à deux couleurs est même insuffisante, car on remarque souvent des teintes réellement différentes dans la même protubérance. Cela paraît étrange au premier abord, car la couleur est sans doute la même, puisqu'elle a toujours la même réfrangibilité : mais cette teinte unique, par son plus ou moins d'*intensité*, produit sur l'œil l'effet d'un clair-obscur, et prend une nuance dorée assez remarquable; on sait, en effet, que toute lumière devenant très-vive produit l'impression du blanc. A cause de toutes ces difficultés, les dessins à une petite échelle, comme celui qui est reproduit ici, ne peuvent indiquer tous les détails.

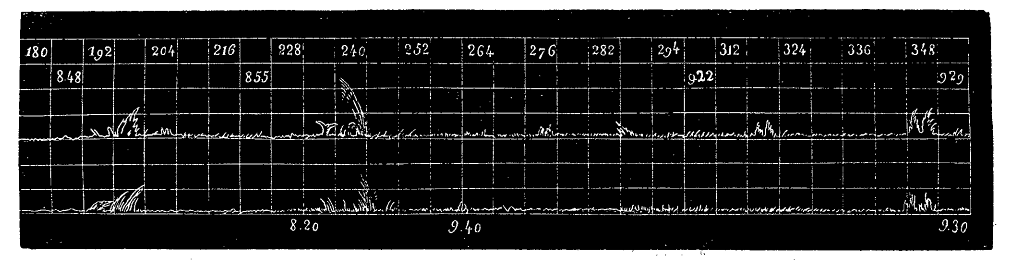


Bord solaire observé, le 9 juillet 1871, à Palerme et à Rome. — Les intervalles horizontaux

» Une seconde différence entre les deux dessins s'observe dans les détails secondaires, qui sont plus délicats dans les dessins de M. Tacchini, soit à cause de sa plus grande habileté artistique, soit à cause de la précision et du grossissement plus considérable de son instrument, ce qui lui a permis d'adopter une échelle primitive quatre fois plus grande que la mienne; soit, enfin, à cause des conditions atmosphériques de sa station, dont le ciel est, en général, plus pur et moins vaporeux que celui de la ville de Rome, en été.

» Ces avantages ressortent surtout dans la représentation de la chromosphère et dans les détails des bords des nuages déchiquetés. Mais nous avons constaté que, dans les protubérances proprement dites, la différence des deux grossissements spectroscopiques ne produit pas une différence sensible; la structure filamenteuse des panaches ressort même peut-être un peu mieux avec un grossissement plus faible, comme il arrive pour d'autres cas de nuances très-faibles, comme par exemple pour les taches des planètes. La comparaison des deux spectroscopes, appliqués au même réfracteur, à Rome, nous a permis de constater la différence qui se manifeste dans des détails difficiles à dessiner complétement, et nous avons reconnu l'identité de certains objets qui différaient seulement par le mode de représentation.

» Mais nous avons constaté que la plus grande partie des divergences sont réelles; cela résulte de la comparaison d'observations rigoureusement contemporaines, dans lesquelles on ne trouve que des différences très-petites et seulement dans les détails secondaires d'une grande finesse, tandis qu'un intervalle d'une fraction d'heure produit des différences très-sensibles dans les contours. Un cas très-instructif s'est produit dans la protubérance située à 243 degrés, qui diffère notablement pour les stations. Mais cette protubérance ayant été heureusement observée deux fois à Palerme, à un quart d'heure d'intervalle, on a constaté qu'elle avait subi des modi-



correspondent à 6 degrés du bord, et les verticaux à une minute.

fications profondes et qu'elle était même devenue plus petite que pendant notre observation.

» Ainsi qu'il y a une stabilité considérable dans l'ensemble des masses, il y a dans les détails une variabilité très-grande, qui suffit pour expliquer bien des différences sensibles. Cela doit arriver encore plus souvent pour les jets vifs, qui ne durent quelquefois pas plus de cinq minutes. De sorte qu'il est étonnant, après tout, de trouver une telle similitude dans nos deux séries de dessins.

» On en doit conclure que les grandes lunettes ont de grands avantages sur les petites, contrairement à ce qu'on avait jugé d'abord; car, si les petites lunettes permettent de voir tout l'ensemble des masses dans une fente, même assez étroite, les détails ressortent beaucoup mieux dans les grandes images des grands instruments, et l'on est bien dédommagé de l'inconvénient d'avoir à les observer par tranches de plus petite étendue. Il y a encore l'avantage de pouvoir dessiner les observations à une échelle considérable, pour les réduire ensuite à une échelle plus petite.

» Dans les deux stations, nous avons encore constaté la grande influence de l'atmosphère terrestre, et surtout des voiles de petits glaçons qui empêchent absolument la visibilité de la chromosphère et de toutes les protubérances.

» La conclusion générale qui résulte de ce travail est que l'on peut être certain que des observateurs éloignés pourront représenter assez fidèlement les mêmes objets, en employant des instruments et des moyens de réduction semblables : l'étude de cette branche de l'Astronomie physique, qui serait très-laborieuse, si elle devait être faite par un seul observateur, pourra donc se répartir entre plusieurs; c'est ce que nous espérons pouvoir exécuter en Italie, où le climat est éminemment favorable pour ces recherches. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur un nouveau moyen d'observer les éclipses et les passages de Vénus; par le* **P. Secchi**.

« J'ai repris mes recherches sur la combinaison spectroscopique nouvelle dont j'ai entretenu l'Académie, et qui consiste à placer, avant la fente du spectroscope, à une distance d'environ 20 centimètres, un autre prisme ayant son angle réfringent parallèle à la fente. Avec ce système, on voit parfaitement les taches du Soleil, comme avec un verre coloré ordinaire, et aussi les raies de la chromosphère et des protubérances. Je crois que ce système serait très-convenable pour les observations des éclipses et des passages de Vénus. Pour les éclipses, on éprouve une grande difficulté à retenir le filet très-mince du croissant sur la fente : on a alors besoin d'un aide, et, malgré cela, on ne voit pas la forme du croissant entier au fur et à mesure qu'il se rétrécit. Avec mon système, on verrait très-bien la forme, on pourrait apprécier la largeur, et juger mieux les choses comme elles se passent. On pourrait ainsi, avec une grande certitude et une grande facilité, confirmer la belle observation de M. Young, du renversement du spectre au bord extrême.

» Pour les passages de Vénus, on aurait encore un autre avantage plus grand. Comme on peut voir un arc du disque très-considérable, on ne serait pas forcé de tenir le spectroscope fixé rigoureusement sur une très-petite étendue du bord, avec le risque de perdre le contact, comme avec le moyen proposé, je crois, par Zoellner, qui a conseillé le premier l'usage du spectroscope ordinaire.

» De plus, mon système offrirait de très-grands avantages sur le spectroscospe ordinaire. Avec celui-ci, la chromosphère se voit très-bien; mais si elle est diffuse, le contact devient bien incertain. Par contre, le bord solaire se voit très-mal, et les ondulations atmosphériques produisent une série de rayons lumineux très-gênants, qui rendraient impossible l'observation du contact extérieur. Dans mon système, la chromosphère se voit comme une ligne nettement détachée du bord solaire, lorsque la fente est disposée de manière que le bord solaire tombe près de la raie C; et le bord lui-même est très-bien défini, de sorte qu'on y voit même les plus petites taches, qui disparaissent avec les moyens d'observation ordinaire. Ainsi donc, la planète en entrant cachera d'abord la chromosphère et brisera en deux parties la raie C : ce phénomène, se produisant à 6 ou 7 secondes d'arc avant le contact du limbe, donnera un avertissement à autant de minutes de temps, avant son entrée prochaine sur le Soleil. Après quoi,

on pourra prendre avec soin le premier contact extérieur. Ce contact sera d'autant plus exact que le bord solaire se verra très-nettement, même près de l'horizon, et bien plus nettement qu'avec les verres colorés. La raison de ce fait, constaté plusieurs fois, est, je crois, que le prisme élimine la dispersion chromatique de l'atmosphère terrestre : la confusion qui dérive de cette dispersion est ainsi grandement diminuée, et le disque est bien terminé, même lorsqu'il y a une ondulation.

» Dans le contact intérieur, on aura d'abord le signal d'approche de l'entrée du bord extérieur de la planète par la chromosphère, dont la ligne, divisée par la présence de la planète, ira en rapprochant toujours ses deux pointes, et en rétrécissant l'intervalle de séparation, au fur et à mesure que la planète avancera ; au moment où la planète dépassera la chromosphère, on verra l'intervalle se fermer, et l'entrée complète sur le disque solaire sera perçue après une préparation préalable de l'observateur, c'est-à-dire avec plus de précision. Si, au point de contact, il y avait une protubérance, il serait possible d'avoir ces avertissements préliminaires pendant un temps et un espace bien plus considérables que ne le donnerait la chromosphère.

» Il est très-probable qu'avec ce système d'observation disparaîtraient les *ligaments,* les *gouttes* et les autres phénomènes d'irradiation, etc., qui sont la source de grandes incertitudes et de difficultés sans fin.

« En tout cas, par ce moyen, on ne perdrait aucun des avantages de l'ancien système, car tout se réduirait à se servir du système prismatique comme de verre coloré, et l'on peut prévoir de très-grands avantages. La seule chose désirable serait que la lunette fût munie d'un mouvement d'horlogerie, pour faciliter l'observation. Si l'horloge est bonne, en mesurant soigneusement la distance de la ligne chromosphérique au bord solaire, on pourra se servir de cette ligne comme d'un second bord solaire, pour doubler l'observation des contacts.

» Ces indications suffiront pour le moment; j'espère pouvoir fournir des indications plus détaillées dans une autre circonstance. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux différences partielles de la physique mathématique.* Mémoire de M. É. MATHIEU. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« Désignons par x, y, z, ou x, y seulement des coordonnées rectangulaires, suivant qu'on s'occupe des questions à trois ou à deux dimensions; les principales équations aux différences partielles que l'on rencontre en physique mathématique sont, en posant

$$\Delta u = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \quad \text{ou} \quad \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2},$$

les suivantes :

$$\Delta u = 0, \quad \Delta\Delta u = 0, \quad \Delta u = -a^2 u, \quad \frac{du}{dt} = a^2 \Delta u, \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = a^2 \Delta u,$$

et la fonction u satisfait à une de ces équations dans l'intérieur d'un corps terminé par une surface σ ou dans l'intérieur d'une surface plane limitée par une ligne s. De plus, u et ses dérivées du premier ordre doivent varier d'une manière continue dans les limites indiquées.

» Dans ces équations u représente une température, un potentiel ou un déplacement moléculaire. Laplace considéra d'abord la première de ces équations, $\Delta u = 0$, après avoir observé que le potentiel d'une masse quelconque extérieure à la surface σ satisfait à cette équation dans l'intérieur de cette surface. Toutefois, l'expression analytique de ce potentiel ne pouvait encore être considérée comme l'intégrale générale de cette équation; mais cette intégrale est donnée par le théorème suivant :

» *Toute fonction u qui satisfait à l'équation $\Delta u = 0$ dans l'intérieur de σ, en y variant d'une manière continue ainsi que ses dérivées du premier ordre, peut être considérée comme le potentiel d'une couche infiniment mince de matière distribuée sur la surface σ.*

» Ainsi, l'intégrale de $\Delta u = 0$ est $\int \frac{\rho}{r} d\sigma$, r étant la distance d'un point quelconque (x, y, z) intérieur à σ à un point (α, β, γ) de la surface σ, et ρ est une fonction arbitraire du point (α, β, γ). On peut imaginer un système de coordonnées dans lequel la surface σ soit désignée par la constance d'une des trois coordonnées, et alors ρ est une fonction arbitraire des deux coordonnées restantes.

» Ce théorème se présente fort naturellement dans la théorie de l'électricité statique, car cet agent se distribue à la surface des corps; aussi était-il connu évidemment de Poisson, l'auteur de cette théorie, mais c'est Green qui l'énonça avec précision et le démontra.

» Ensuite, dans un Mémoire dont un extrait a été publié dans les *Comptes rendus* (novembre 1869), et qui a paru, la même année, en son entier dans le *Journal de M. Liouville,* j'ai donné l'intégrale générale de l'équation $\Delta\Delta u = 0$, qui régit l'équilibre d'élasticité d'un corps solide. Elle est égale à la somme du premier potentiel d'une couche de matière distribuée sur σ, et du second potentiel d'une couche distribuée sur la même surface.

» Dans le Mémoire actuel je me propose de trouver les intégrales générales des autres équations aux différences partielles de la physique, en les supposant, comme on doit le faire, continues ainsi que leurs dérivées du premier ordre.

THÉORÈME. — *Toute fonction qui satisfait, à l'intérieur de σ, à l'équation*

$$\Delta u = - a^2 u, \tag{1}$$

a pour expression

$$\int \frac{\cos ar}{r} \rho \, d\sigma, \tag{2}$$

ρ étant une fonction arbitraire d'un point de σ.

» On pourrait faire une théorie de la solution de l'équation (1) toute semblable à celle du potentiel, et en y faisant $a = 0$ on aurait la théorie même du potentiel.

» Si le corps dans lequel l'équation (1) est satisfaite est limité par une seule surface fermée, on pourra prendre pour l'intégrale

$$\int \frac{\sin ar}{r} \rho \, d\sigma$$

(lorsque a n'est pas nul). Mais il faut recourir à l'expression (2) toutes les fois que σ se compose de plusieurs surfaces fermées qui limitent le corps.

» Si l'équation (1) se réduit à deux dimensions, on a le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Toute fonction qui satisfait à l'équation* (1) *dans une surface*

plane limitée par la courbe s peut se mettre sous la forme

$$(3)\qquad \int\int_0^\pi \cos(ar\cos\omega)\log(r\sin^2\omega)\,d\omega\,\rho\,ds,$$

ρ étant une fonction arbitraire d'un point de s, r la distance du point (x, y) de la surface plane à un point (a, b) du contour et le premier signe d'intégration s'étendant à tous les éléments ds du contour.

» Si s se compose d'une seule courbe fermée, on pourra adopter la formule plus simple

$$\int\int_0^\pi \cos(ar\cos\omega)\,d\omega\,\rho\,ds.$$

» THÉORÈME. — *La solution générale de l'équation*

$$\frac{d^2u}{dt^2} = a^2\Delta u,$$

dans l'intérieur de la surface σ, est

$$u = \int \frac{f(r + at, \theta, \psi) + F(r - at, \theta, \psi)}{r}\,d\sigma,$$

f et F étant des fonctions arbitraires de trois variables, et θ, ψ étant deux coordonnées qui servent à déterminer un point de la surface σ.

» THÉORÈME. — *La solution générale de l'équation*

$$\frac{d^2u}{dt^2} = a^2\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2}\right),$$

dans l'intérieur de la courbe s, est

$$u = \int\int_0^\pi F(r\cos\omega + at, \alpha)\log(r\sin^2\omega)\,d\omega\,ds,$$

F étant une fonction arbitraire de deux variables, et α une coordonnée qui sert à déterminer un point de la courbe s.

» THÉORÈME. — *Supposons qu'on maintienne à des températures déterminées la surface σ d'un corps, ou que ce corps rayonne dans un milieu dont la température varie d'un point à un autre, mais reste fixe. La température u du corps satisfera à l'équation*

$$(4)\qquad \frac{du}{dt} = a^2\Delta u,$$

et l'intégrale sera

$$u = \int \frac{\rho}{r}\, d\sigma + \int\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\lambda^2}(r + 2a\lambda\sqrt{t},\ \theta,\ \psi)\, d\lambda\, \frac{1}{ar}\, d\sigma.$$

» *La première partie représente la température d'équilibre vers laquelle tend le corps d'après la condition à la surface, et la seconde partie s'annule pour* $t = \infty$.

» THÉORÈME. — *Supposons que l'équation* (4) *ne renferme que deux coordonnées; elle conviendra au mouvement de la température dans un cylindre indéfini dont la section droite est s, et l'intégrale sera*

$$u = \int \log r\rho\, ds + \int\int_{-\infty}^{\infty}\int_0^{\pi} F(r\cos\omega + 2a\beta\sqrt{t},\ \alpha)\log(r\sin^2\omega)\, d\omega\, e^{-\beta^2}\, d\beta\, ds,$$

F *étant une fonction arbitraire de deux variables, et* α *une coordonnée qui sert à déterminer un point de la courbe s.*

» Il est à peine besoin de faire remarquer que les principes qui nous ont servi pourraient servir à intégrer d'autres équations.

» Les équations aux différences partielles que nous avons considérées se rapportent à des corps isotropes. On passerait des intégrales précédentes aux intégrales des équations analogues qui se rapportent aux corps cristallisés, d'après les remarques faites par M. de Saint-Venant (*Comptes rendus*, novembre 1869). »

M. Béchamp donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Recherches sur la nature et l'origine des ferments ».

(Commissaires: MM. Dumas, Milne Edwards, Brongniart, Tulasne, Robin.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Théorie des réactions simples limitées par l'action inverse, et application à la transformation du phosphore; par* **M. G. Lemoine** (*).

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Fremy, H. Sainte-Claire Deville.)

§ I. — Loi des vitesses de transformation.

« Considérons une réaction simple (**) limitée par l'action inverse et s'accomplissant à une température constante pour toute la masse; proposons-nous de définir la marche du phénomène observé en examinant séparément les deux actions élémentaires inverses dont il est la résultante.

» La vitesse des réactions peut être étudiée d'après des principes analogues à ceux qu'on applique en physique à l'explication de tous les phénomènes où le temps intervient (refroidissement, conductibilité, etc.).

Réactions simples non limitées.

» 1° Lorsqu'un corps se décompose par l'effet d'une cause qui agit simultanément sur toute sa masse, par exemple par suite de l'absorption de chaleur, la quantité décomposée à chaque instant est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à cette masse.

» 2° Lorsque deux corps se combinent directement, la quantité de composé formée à chaque instant est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle aux deux masses en *état de réagir* l'une sur l'autre à cet instant. A cet égard, deux cas extrêmes sont à distinguer : les deux corps peuvent former un système homogène (gaz); l'un peut être solide et l'autre gazeux. Les actions chimiques ne s'exercent qu'à de très-petites distances : dans le

---

(*) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(**) Par ces mots *réactions simples*, j'exclus les doubles décompositions : elles seraient plus difficiles à analyser en détail.

La considération de la vitesse des réactions n'a guère été employée en chimie que par M. Berthelot (*Mémoire sur les éthers, etc.*). La mesure des réactions par la quantité de chaleur dégagée ne doit pas faire oublier l'étude de leur vitesse. Ces deux éléments ont pour analogues en mécanique : d'un côté, la variation des quantités de mouvement égale à l'impulsion des forces; de l'autre, la demi-variation de force vive égale au travail.

second cas, pour un solide et pour un gaz donné, les masses en état de réagir seront donc proportionnelles l'une à la tension du gaz, l'autre à la surface du solide. Il faudra tenir compte, pour la vitesse de la réaction, de toutes les variations que subiront la grandeur et l'état de cette surface.

Réactions simples limitées.

» Pour fixer les idées, appliquons les considérations précédentes aux deux cas principaux que présente la dissociation.

» 1° *Système homogène.* — Soient, dans un volume V, un poids $(P - Y)$ de vapeur d'eau et un poids Y des gaz provenant de sa dissociation. Pendant le temps dt, la chaleur versée par la source décompose un poids $a(P - Y)\,dt$ de vapeur d'eau. Mais, en même temps, chaque molécule d'oxygène tend à se combiner avec l'hydrogène qui l'entoure; la quantité d'eau formée est proportionnelle à la fois au poids de la molécule d'oxygène et à la tension $\frac{1}{9}\frac{Y}{V}$ de l'hydrogène. Pour l'oxygène total $\frac{8}{9}Y$, la quantité d'eau formée sera donc $b\frac{8}{81}\frac{Y^2}{V}dt$. Réunissons les deux actions élémentaires :

$$\frac{dY}{dt} = a(P - Y) - \frac{8}{81} b \frac{Y^2}{V}.$$

Posons $\frac{P}{V} = p$ et $\frac{Y}{V} = y$, afin de tout ramener à l'unité de volume :

$$\frac{dy}{dt} = a(p - y) - \frac{8}{81} by^2.$$

» Cette équation montre l'influence de la pression sur la limite. Elle peut facilement s'étendre au cas où l'un des gaz est en excès.

» 2° *Système non homogène.* — Considérons du carbonate de chaux à l'état de morceaux compactes; les réactions qui tout à l'heure se passaient dans toute la masse ne seront plus ici que *superficielles*. Soit $(P - Y)$ le poids actuel du carbonate de chaux, qui a déjà donné $\frac{28}{50}Y$ de chaux et $\frac{22}{50}Y$ d'acide carbonique répandu dans le volume V. La chaux forme un enduit à la surface libre du carbonate, et c'est seulement avec cette surface libre S que tend à se combiner l'acide carbonique qui remplit le volume V avec la tension $\frac{22}{50}\frac{Y}{V}$. De même, c'est seulement par cette surface que se dégage définitivement dans l'espace V l'acide carbonique qui a pu prendre nais-

sance dans l'intérieur des morceaux et qui ne s'y est point recombiné avec la chaux précédemment formée. Dès lors l'équation deviendra

$$\frac{dY}{dt} = aS - b\frac{22}{50}\frac{Y}{V}S = S\left(a - b\frac{22}{50}\frac{Y}{V}\right).$$

Le poids et l'état de division du calcaire influeront donc sur la vitesse de la dissociation, mais ils ne changeront pas sa tension-limite, $\frac{Y}{V} = \frac{50}{22}\frac{a}{b}$.

» a et b dépendent de la température et de la nature du corps considéré.

Transformation allotropique du phosphore.

» Cherchons auquel des deux types précédents cette réaction peut être rattachée. Soient P le poids total introduit dans un espace V, et Y le poids de phosphore ordinaire formé ou persistant au temps t. Supposons d'abord que le phosphore rouge garde un même état de division : sa surface libre sera alors sensiblement proportionnelle à son poids (P—Y), et l'on pourra les prendre l'un pour l'autre dans le raisonnement.

» 1° La transformation du phosphore rouge en phosphore ordinaire est due à l'absorption lente de la chaleur : la quantité de phosphore ordinaire qu'elle fait répandre dans l'espace V est proportionnelle à la quantité de phosphore rouge d'où cette vapeur se dégage. Dans le temps dt, cette première action élémentaire donne donc

$$\delta_1 Y = a(P - Y)dt.$$

» 2° L'action élémentaire dégageant de la chaleur, et, par conséquent, analogue à la combinaison, est la transformation du phosphore ordinaire. Lorsque deux corps se combinent, leurs molécules se rapprochent et s'unissent en dégageant de la chaleur. De même, lorsque du phosphore ordinaire se dépose à l'état de phosphore rouge sur du phosphore rouge déjà formé, il dégage de la chaleur. Assimilons à des masses réagissantes (*) le phosphore rouge (P — Y) et la tension $\frac{Y}{V}$ du phosphore ordinaire : la

(*) On pourrait supposer également que la vapeur de phosphore réagit sur elle-même, mais alors la seconde action élémentaire serait proportionnelle à y^2. On obtiendrait ainsi une équation qui ne serait plus du tout d'accord avec l'expérience, parce que la limite croîtrait indéfiniment avec le poids p introduit. C'est donc, en définitive, l'expérience qui fait choisir entre deux hypothèses distinctes.

quantité de phosphore ordinaire ainsi transformée dans le temps dt sera

$$\delta_2 Y = b(P - Y)\frac{Y}{V}\,dt.$$

» L'effet observé est la différence des deux actions élémentaires inverses :

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\delta_1 Y - \delta_2 Y}{dt} = a(P - Y) - b(P - Y)\frac{Y}{V} = (P - Y)b\left(\frac{a}{b} - \frac{Y}{V}\right).$$

Posons $\frac{P}{V} = p$, $\frac{Y}{V} = y$, $\frac{a}{b} = l$, et ramenons tout à l'unité de volume :

$$\frac{dy}{dt} = b(p - y)(l - y). \tag{1}$$

» *La vitesse de transformation, rapportée à l'unité de masse du phosphore rouge, est à chaque instant proportionnelle à la différence entre la tension actuelle du phosphore ordinaire et la tension-limite* (*).

» Cette loi satisfait au caractère général du phénomène observé. Il est avant tout un phénomène de tension, et il a une limite. Sa vitesse dépend du poids de phosphore rouge et de la tension de phosphore ordinaire actuellement existants. Pour des poids très-petits, la transformation tend à être complète. Cette comparaison va être précisée en calculant théoriquement les quantités transformées, résultats immédiats de l'expérience (**).

§ II. — Comparaison aux recherches sur le phosphore.

» Distinguons les expériences où intervient seule l'action principale et celles qui subissent une perturbation due à un changement d'état des surfaces.

Transformation du phosphore ordinaire.

» L'équation (1) contient deux constantes; leur rapport $\frac{a}{b}$ n'est autre que la limite donnée par toutes les expériences, $3^{gr},6$ environ. La valeur de b

---

(*) Dans le cas où l'on part du phosphore ordinaire, une indétermination singulière se produit, car pour $y = p$, $\frac{dy}{dt} = 0$. Du phosphore ordinaire rigoureusement pur resterait donc inaltéré, mais la moindre trace de phosphore insoluble suffirait pour rompre cet équilibre instable. Cette difficulté algébrique rappelle l'action excitatrice si souvent nécessaire aux réactions qui dégagent de la chaleur (sursaturation, surfusion, chlore et hydrogène).

(**) *Voir* le présent volume des *Comptes rendus*, p. 797 et 837.

la plus probable est 0,0115. On obtient ainsi par le calcul (*)

$p = 5^{gr},9$	Données $\begin{cases} t = 8^h \\ y = 5,3 \end{cases}$	Résultats	t	32^h		41^h	
			Expérience	$4^{gr},9$		4,7	
			Théorie...	4,98		4,85	
$p = 24^{gr}$	Données $\begin{cases} t = 2 \\ y = 7,0 \end{cases}$	Résultats	t	8		»	
			Expérience	4,40		»	
			Théorie...	4,56		»	
$p = 30^{gr}$	Données $\begin{cases} t = 2 \\ y = 5,3 \end{cases}$	Résultats	t	8	17	24	41
			Expérience	$3^{gr},9$ à 4,0	3,7	3,6	3,6
			Théorie...	3,89	3,62	3,602	3,600

» Les différences dépassent peu les incertitudes expérimentales.

Transformation du phosphore rouge : perturbation.

» Une hypothèse complémentaire est ici nécessaire pour déterminer les variations incessantes que subissent les constantes a et b. Cette perturbation résulte d'un changement progressif non-seulement dans l'état de division, mais encore dans la compacité du phosphore rouge. Les variations des valeurs initiales a_0 et b_0 proviennent ainsi du phosphore ordinaire, qui, se déposant sur chaque particule, s'y transforme en phosphore rouge très-cohérent. Dans le temps dt, cette quantité déposée est pour toute la masse $by(p-y)dt$, soit pour l'unité de poids $by\,dt$. D'ailleurs, nous admettrons provisoirement que la variation s'arrête pour certaines valeurs a_n et b_n correspondant à la limite $3^{gr},6$ qui semble résulter des expériences. Nous poserons donc, comme formules approchées,

$$\frac{da}{dt} = -\alpha b y (a - a_n), \quad \frac{db}{dt} = -\beta b y (b - b_n).$$

» Ces équations, jointes à l'équation (1), déterminent la marche du phénomène : a_n et b_n sont les mêmes que pour le phosphore ordinaire :

(*) L'équation intégrale est, en négligeant la perturbation,

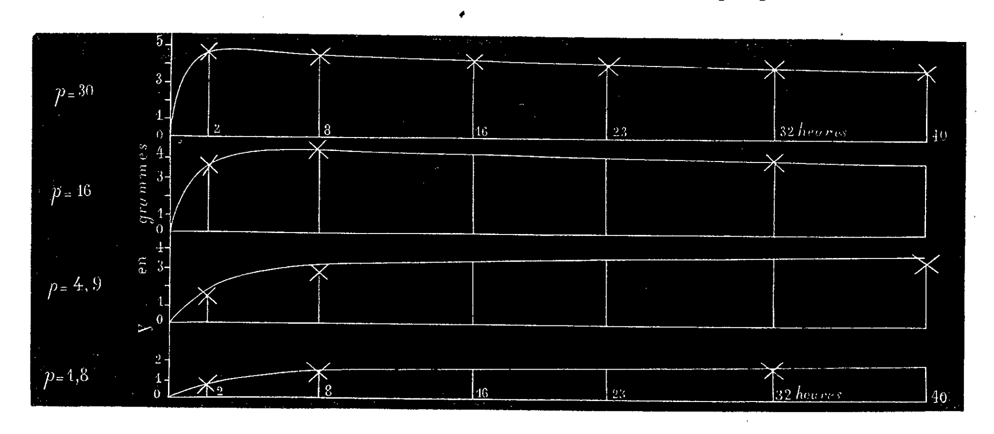
$$-0,434\,b(p-l)t = \log\frac{y-l}{p-y} + C.$$

La constante C ne peut pas se déterminer par la valeur de y correspondant à $t = 0$, à cause de l'influence des températures antérieures à 440 degrés. Pour l'obtenir, on considère comme donné pour chaque valeur de p un couple de valeurs de y et t, ce qui, pour chaque série, fait perdre une expérience.

pour $t = 0$, $y = 0$. D'après une première discussion, nous prendrons (*)

$$\alpha = \beta = 1,5, \quad a_0 = 0,30, \quad b_0 = 0,06018, \quad \text{d'où} \quad \frac{a_0}{b_0} = 4,9854.$$

» Les équations ne sont pas intégrables, mais le calcul, si laborieux qu'il soit, peut se faire par quadratures successives. Les courbes ci-dessous comparent les résultats ainsi obtenus aux nombres de l'expérience indiqués par une croix. Le maximum instable qui se produit avec de grandes quantités de phosphore rouge se trouve ainsi nettement expliqué.



Résumé.

» La théorie proposée n'est qu'une première approximation, mais elle explique tout l'ensemble des phénomènes observés. Elle interprète exactement les influences, si fréquentes en chimie, du *temps*, de la *masse*, du *changement d'état des surfaces*. Elle peut donner une direction précise à de nouvelles recherches, en les faisant profiter des résultats déjà obtenus. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'exploitation industrielle d'un gisement de chlorure de potassium, à Kalutz (Galicie).* Note de **M. Ad. Jacot**, transmise par M. Sacc.

(Commissaires : MM. Balard, Combes, Daubrée, H. Sainte-Claire Deville.)

« On a découvert à Kalutz (Galicie), il y a déjà deux ans, un gisement

(*) La constante a_0 correspondant à l'état initial du phosphore rouge se déduit des expériences faites en présence du cuivre. Si l'on y suppose l'absorption du phosphore ordinaire instantanée, la formule se réduit à $\frac{dy}{dt} = a(p - y)$.

La même théorie peut s'appliquer à la transformation du phosphore rouge en présence d'un appareil de condensation.

de sylvine qui a les mêmes qualités que celle de Strassfurth. On a ensuite découvert le kainite, en plus grande quantité que la sylvine, et formant deux couches distinctes.

» Il donne à l'analyse :

Sulfate de magnésium....................	30,04
Chlorure de potassium....................	29,46
Chlorure de sodium......................	20,67
Chlorure de calcium.....................	1,27
	81,44

» On retire la roche de la mine, on la casse, à l'aide de petits marteaux, en petits fragments, que l'on réduit ensuite en poussière fine au moyen de cylindres broyeurs. La dissolution dans l'eau chaude et la cristallisation permettent d'éliminer le limon et les corps étrangers, et d'obtenir séparément le chlorure de sodium et le chlorure de potassium à l'état de pureté.

» Le chlorure de potassium est séché et mis dans des sacs que l'on expédie dans les grands établissements de produits chimiques, surtout dans ceux qui se trouvent près de Pienna et à Vienne. En Prusse, les fabriques de toiles peintes en consomment une quantité très-considérable. Mais la plus grande partie est expédiée à Semring, dans une fabrique de poudre.

» Depuis de longues années on retirait le sel marin des mines de Kalutz; la découverte du chlorure de potassium date de deux ou trois ans, et la production, cependant, dépasse déjà 1000 quintaux autrichiens, c'est-à-dire 81100 kilogrammes par jour.

» J'adresse à l'Académie, avec cette Note, la description et la figure des appareils employés à Kalutz pour l'exploitation du minerai potassique.

» Je lui adresse également deux échantillons de sylvine très-purs et assez rares : l'un coloré en bleu par une matière organique; l'autre coloré en rouge, probablement par l'oxyde de fer. »

M. Barthélemy adresse, de Montpellier, une Note concernant un procédé pour combattre les ravages du *Phylloxera vastatrix*.

Le procédé que propose l'auteur consisterait à propager dans les vignes les espèces végétales qui détruiraient le plus efficacement la larve de cet insecte : la probabilité du succès de ces tentatives lui paraît démontrée par cette observation que, dans certaines contrées où les vignes, peu soignées,

sont envahies par un grand nombre d'espèces végétales, on n'observe que rarement les ravages signalés dans les vignes les mieux cultivées.

(Renvoi à la Commission déjà nommée.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note relative à diverses modifications qu'il propose d'apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission déjà nommée.)

M. Janneau, M. A. Graeve, Mme Clarke adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie que M. Chasles et M. Combes sont maintenus comme Membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pour l'année 1872, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le Secrétaire perpétuel dépose sur le bureau de l'Académie des échantillons de phosphate de chaux naturel provenant de Caylux, aux environs de Montauban, et de Cajarc, dans le département du Lot, deux contrées où ils sont l'objet d'une exploitation qui prend les proportions les plus considérables.

Au moment où les gîtes connus de guano tendent à s'épuiser, ces gisements, par leur importance, méritent l'attention particulière de l'Académie, et c'est dans cette pensée qu'un ami des sciences, qui désire garder l'anonyme, a jugé qu'elle pouvait recevoir avec intérêt les échantillons qu'il met à sa disposition.

« M. Combes rappelle, à l'occasion de la Communication de M. le Secrétaire perpétuel sur l'existence de gisements de phosphates de chaux dans les terrains calcaires des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot, que le premier de ces gisements, celui des environs de Caylux dans le département de Tarn-et-Garonne, a été découvert et signalé, il y a déjà plusieurs années, par M. Poumarède, qui en avait parfaitement reconnu l'importance. Peu de temps après sa découverte, M. Poumarède est mort; ses hé-

ritiers m'ont adressé, dit M. Combes, des échantillons de phosphate de chaux qui ont été analysés, il y a deux ans, dans les laboratoires de l'École des Mines. On y trouva 32,62 pour 100 d'acide phosphorique, correspondant à 70,64 de phosphate de chaux tribasique. Le reste était de l'argile ocreuse et du calcaire. Depuis, deux autres gisements ont été découverts, dans le même terrain, par des propriétaires du pays : l'un à Larnagol, près Cajarc, dans le département du Lot; l'autre à Concots (Lot), sur un point situé entre Caylux et Larnagol. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches de statique chimique: Des phénomènes qui se passent dans la précipitation mutuelle des solutions diluées des sels d'argent par les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, et les chlorures, bromures et iodures; par* **M. Stas.**

« L'addition d'une solution d'acide chlorhydrique ou d'un chlorure soluble à une solution d'un sel d'argent, ou inversement l'addition d'une solution d'un sel d'argent à une solution d'acide chlorhydrique ou d'un chlorure, produit instantanément un précipité de chlorure d'argent. Mais avec des liqueurs diluées, il arrive *un instant* où la solution argentifère précipite déjà à l'aide d'une solution décime d'argent, quoique l'addition d'une solution décime d'acide chlorhydrique ou d'un chlorure soluble y produise encore un trouble de chlorure d'argent. L'inverse a également lieu.

» Lorsque ce phénomène se produit, l'expérience permet de constater certains faits quoique en sens opposés. Pour ne pas compliquer l'exposition, je supposerai qu'on les observe sur une *solution d'un sel d'argent, précipitée par l'acide chlorhydrique.*

» Lorsque l'*instant* est arrivé où une solution d'argent précipite déjà à l'aide d'une solution décime d'argent, quoiqu'une solution décime d'acide chlorhydrique continue à y occasionner un trouble de chlorure, après chaque addition de la solution décime d'acide chlorhydrique, je partage en deux parties égales le liquide éclairci. J'ajoute à l'une des parties de deux à cinq gouttes, suivant le volume du liquide, de solution décime d'argent, et à l'autre un nombre égal de gouttes de solution décime d'acide chlorhydrique ou d'un chlorure. Le trouble du liquide qui a reçu l'acide chlorhydrique est très-notablement plus grand que celui de la partie qui a reçu l'argent. A mesure que les additions successives de solution décime d'acide chlorhydrique précipitent du chlorure d'argent, le trouble produit par un volume donné de solution décime d'argent dans une moi-

tié du liquide augmente, tandis que le trouble produit par un volume égal de solution décime d'acide chlorhydrique diminue. Par des additions très-ménagées de la liqueur décime acide, il se présente un *moment* où dans le liquide éclairci, partagé en deux portions égales, on fait naître une opalescence d'une égale intensité, soit par la solution décime d'argent, soit par la solution décime d'acide chlorhydrique, ajoutées en quantités équivalentes.

» Cette limite atteinte, si l'on ajoute, petit à petit, de la solution décime d'acide et que l'on essaye chaque fois le liquide devenu limpide, on voit que les phénomènes de l'opalescence se présentent en sens opposé, c'est-à-dire que le liquide devient de plus en plus opalescent par l'addition de la solution décime d'argent et de moins en moins opalescent par l'addition de la solution décime d'acide. Enfin, le moment arrive où le liquide cesse de se troubler par la solution acide et devient fortement opalescent par la solution décime d'argent.

» Les solutions diluées d'acide bromhydrique ou de bromures, de l'acide iodhydrique ou d'iodures, versées *à la température ordinaire*, dans les solutions diluées des sels d'argent, se conduisent tout autrement. Si, après avoir précipité à peu près la totalité de l'argent en solution, on verse, goutte à goutte, dans le liquide éclairci une solution décime d'un de ces acides, ou d'un bromure, ou d'un iodure, jusqu'à ce que la dernière goutte ne produise plus de trouble, et si l'on annihile cette dernière goutte par une goutte de solution décime d'argent, le liquide obtenu dans ce cas, essayé à l'aide de la solution décime d'argent ou à l'aide de l'acide bromhydrique ou d'un bromure, ou à l'aide de la solution décime d'acide iodhydrique ou d'un iodure, n'éprouve *absolument aucun trouble*.

» L'anomalie que présentent les essais d'argent *par la voie humide*, c'est-à-dire par l'acide chlorhydrique ou les chlorures, ne se rencontre donc pas lorsqu'*à la température ordinaire* on substitue, à ces corps, l'acide bromhydrique et les bromures, ou l'acide iodhydrique et les iodures.

» Gay-Lussac avait déjà observé (1) qu'un *liquide au titre*, c'est-à-dire privé de nitrate et de chlorure de sodium en solution, *louchit très-légèrement soit avec le nitrate*, *soit avec le sel*. Néanmoins, il n'a pas tenu compte de son observation dans les préceptes qu'il donne pour l'essai des matières d'argent.

---

(1) *Instruction sur l'essai des matières d'argent par la voie humide;* par Gay-Lussac. Paris, 1833; p. 19 (note).

» Tous ceux qui se sont occupés de l'essai des matières d'argent par la voie humide ou qui ont tenté l'application de cette méthode à la détermination des rapports proportionnels entre l'argent et les chlorures métalliques, ont constaté, à la fois, les anomalies que je viens d'exposer brièvement et les erreurs auxquelles conduisent les préceptes de Gay-Lussac, lorsqu'on les pratique tels que l'illustre chimiste les a prescrits.

» A plusieurs reprises, j'ai soumis à une analyse minutieuse les phénomènes multiples que l'on peut observer lors de l'action mutuelle des solutions diluées d'argent et des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, ou des chlorures, bromures et iodures alcalins.

» Tantôt, j'avais pour but d'étudier la cause des faits anormaux présentés par l'acide chlorhydrique et les chlorures; tantôt, je voulais mesurer la limite d'erreur que comporte une détermination du rapport proportionnel entre l'argent et les chlorures, ou un essai d'argent par la voie humide, tel qu'il est exécuté dans les hôtels des monnaies. Je donne ici, en quelques lignes, le résumé d'un travail étendu, auquel j'ai dû consacrer plusieurs années.

» Gay-Lussac a admis, avec la généralité des chimistes de son temps, que le chlorure d'argent est « tout à fait insoluble dans l'eau et même dans les » acides (1) »; c'est en effet sur la croyance de cette insolubilité qu'il a fondé sa méthode de la voie humide. Or le chlorure d'argent n'est pas insoluble dans tous les cas; celui qui se produit, à la température ordinaire, par double décomposition n'est pas absolument insoluble dans l'eau pure et dans l'eau acide froide. La solubilité du chlorure d'argent est variable; elle est fonction des états physiques qu'il présente, et, pour un même état, elle varie avec la température. Le chlorure d'argent existe :

a à l'état gélatineux;

b à l'état caséeux, floconneux;

c à l'état pulvérulent;

d à l'état grenu, écailleux, cristallin, fondu.

» La solubilité dans l'eau du chlorure grenu, écailleux, cristallin est nulle *à la température ordinaire*, ou du moins elle n'atteint pas la limite à laquelle on peut découvrir l'argent dissous, limite que j'évalue à $\frac{1}{10000000}$. Cette solubilité est relativement fort grande dans l'eau bouillante et décroît par l'abaissement de température, au point qu'arrivée à 15 degrés on peut la considérer comme nulle.

---

(1) *Instruction sur l'essai des matières d'argent par la voie humide, etc.*, p. 10.

» La solubilité dans l'eau pure est au maximum pour le chlorure caséeux, qui prend naissance, par précipitation à froid, d'une solution d'argent suffisamment étendue; elle diminue ensuite à mesure que les flocons abandonnés à eux-mêmes se contractent, ou qu'on les rend pulvérulents par une longue agitation avec l'eau pure, ou même avec de l'eau acidulée par l'acide azotique.

» Une solution du chlorure d'argent floconneux ou pulvérulent dans l'eau pure ou dans l'eau acidulée par l'acide azotique, est précipitée à la fois par les solutions des sels d'argent et par les solutions d'acide chlorhydrique et des chlorures alcalins. Les quantités d'argent à l'état de sel ou de chlore, nécessaires pour précipiter le chlorure d'argent dissous, sont entre elles exactement dans le rapport des poids moléculaires des sels d'argent et des chlorures employés.

» La quantité d'argent, et réciproquement les quantités de chlore nécessaires pour opérer la précipitation d'une unité d'argent ou de chlore à l'état de chlorure floconneux ou pulvérulent dissous, sont entre elles comme *trois* est à *un*.

» Les sels qui, lors de la décomposition, se forment en même temps que le chlorure d'argent n'interviennent en rien pour rendre ce chlorure soluble dans l'eau pure ou dans l'eau acidulée, contrairement à ce que M. Mulder et moi-même en avions pensé. La solubilité du chlorure est due exclusivement à l'action de l'eau, ou de l'eau acidulée dans d'autres cas.

» La présence de l'acide azotique dans l'eau n'augmente pas la solubilité du chlorure d'argent caséeux et floconneux; tandis que la solubilité du chlorure pulvérulent augmente proportionnellement, au contraire, avec la quantité d'acide azotique contenue dans l'eau.

» La précipitation du chlorure d'argent floconneux ou pulvérulent de la solution dans l'eau pure ou dans l'eau acide est due exclusivement à l'insolubilité de ce composé dans les liquides qui renferment, à l'état dissous, une quantité d'argent ou de chlore triple de celle qui existe dans le chlorure dissous.

» Les solutions saturées de chlorure d'argent grenu sont précipitées également par les chlorures et par les sels d'argent dissous, et la précipitation d'une unité d'argent ou de chlore à l'état de chlorure exige également trois unités de chlore ou d'argent; mais l'élimination du chlorure d'argent grenu dissous n'est jamais complète, quelle que soit la quantité de chlore à l'état de chlorure, et d'argent à l'état de sel, ajoutée à la solution.

» Ainsi, pour un état de saturation donné, il n'y a que les $\frac{6}{10}$ environ

de la quantité dissoute qui peuvent être précipités, et toutes les solutions au-dessus des $\frac{4}{10}$ de la saturation ne sont pas troublées par les liqueurs décimes d'argent ou de chlorure alcalin. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Communication récente de* M. Ruhmkorff, *sur quelques expériences d'induction magnéto-électrique.* Note de **M. du Moncel.** (Extrait.)

« Je demande à l'Académie la permission de lui faire remarquer, à propos de la Communication faite récemment par M. Ruhmkorff, que, dès l'année 1859, j'avais constaté des effets analogues à ceux qu'il signale; ces effets avaient été l'occasion d'un long Mémoire, présenté par moi à l'Académie le 19 octobre 1859, et publié *in extenso* dans ma Notice sur l'appareil d'induction de Ruhmkorff (1).

» Je démontre, dans ce travail, que quand on développe un courant d'induction dans un *électro-aimant fermé*, c'est-à-dire dans un électro-aimant dont les pôles sont réunis par une armature, ce courant a beaucoup moins de tension que quand les deux pôles sont libres, mais qu'en revanche son intensité est plus grande (2).

» A l'époque où j'avais fait ces premières expériences, je n'étais pas encore fixé sur les causes secondaires qui peuvent influer sur la tension des courants induits, et je laissais le phénomène inexpliqué. Mais, depuis que j'ai pu constater que les ruptures brusques et de courte durée du courant inducteur augmentent la tension des courants induits, il m'a été facile d'expliquer les effets signalés plus haut : ils tiennent précisément à ce que, quand les deux pôles magnétiques sont réunis, la désaimantation s'effectue beaucoup moins rapidement que quand ils sont libres, en raison de l'effet de condensation qui se produit au contact des deux masses magnétiques. Mais, comme en même temps la réunion de ces pôles entraîne un accroissement d'énergie du système magnétique lui-même, l'intensité du courant induit se trouve, en somme, augmentée. On peut avoir une preuve de la vérité de cette explication par les expériences citées, dont les résultats sont résumés à la page 369.

» On en peut conclure que la plus grande tension électrique constatée par M. Ruhmkorff, dans ses appareils annulaires dont les pôles du faisceau

---

(1) 4e édition, p. 350.
(2) *Ibidem*, p. 366.

magnétique sont placés l'un en face de l'autre, sans se toucher, vient de ce que le magnétisme du faisceau se trouve stimulé par la réaction réciproque de ces pôles, et que les désaimantations peuvent alors s'effectuer facilement, en raison de l'intervalle qui les sépare. C'est une action du même genre qui se produit, quand on munit de deux masses de fer les deux extrémités du faisceau magnétique d'un appareil d'induction ordinaire, ainsi que l'avait conseillé, dès l'année 1854, le R. P. Cecchi, de Florence.

» Quant à l'action plus énergique de la partie moyenne des appareils d'induction dont parle M. Ruhmkorff, et qui a été signalée depuis longtemps par plusieurs savants, entre autres par MM. Müller et Poggendorff, elle résulte de ce que c'est au milieu du faisceau magnétique que se trouve concentrée la résultante de toutes les actions dynamiques rayonnantes, exercées par les courants moléculaires qui circulent autour du faisceau perpendiculairement à son axe; et c'est grâce à cette condition de l'action magnétique que la force des électro-aimants, tout en augmentant proportionnellement à leurs longueurs, décroît comme la racine carrée de la distance de l'armature au point milieu des barreaux. Cette action, que l'on peut considérer en quelque sorte comme primordiale, est indépendante de l'action polaire. Celle-ci, en effet, ne semble prendre naissance que quand elle est surexcitée par un corps magnétique, placé dans le voisinage, et pourtant ces deux actions ont une corrélation intime, qui influe considérablement sur les effets produits de part et d'autre. D'après ces considérations, il est facile de voir que ce n'est pas parce que la partie moyenne d'un faisceau magnétisé n'a pas de polarité extérieure que l'induction est plus énergique en cet endroit, comme l'avait pensé M. Ruhmkorff, mais bien parce qu'elle est le point de concentration de toutes les actions inductrices du faisceau. En faisant donc de ce faisceau un aimant annulaire sans pôles, M. Ruhmkorff ne pouvait obtenir que les effets propres aux courants résultant d'électro-aimants fermés. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sels ammoniacaux : acides faibles (fin de la 2e Partie)*; *par* **M. Berthelot**.

« 1. La formation du carbonate neutre d'ammoniaque, ou, plus exactement, la réaction entre 1 équivalent d'acide carbonique et 1 équivalent d'ammoniaque, en présence de l'eau, dégage des quantités de chaleur qui varient :

» 1° Avec la concentration,

6,2 à 5,3, l'eau variant de $110 H^2O^2$ à $1100 H^2O^2$, vers 20 degrés;

» 2° Avec la température,

6,1 à 6,4 environ, la température variant de 15 à 22 degrés, en présence de $110 H^2O^2$.

» Ces quantités sont accrues par la présence d'un excès de base, contrairement à ce qui arrive pour les sels neutres à base alcaline fixe (1) :

$CO^2 + AzH^3$,	en présence de	$110 H^2O^2$,	dégage	.....	+ 6,17
$CO^2 + 2 AzH^3$,	»	$220 H^2O^2$,	»	.....	+ 6,81
$CO^2 + 3\frac{1}{2} AzH^3$,	»	$385 H^2O^2$,	»	.....	+ 7,03

et ces valeurs s'accroissent encore par la concentration (2) :

$CO^2 + AzH^3$,	en présence de	$63\frac{1}{2} H^2O^2$,	dégage	.....	+ 6,40
$CO^2 + 1\frac{1}{2} AzH^3$,	»	$72\ H^2O^2$,	»	.....	+ 6,95
$CO^2 + 2 AzH^3$,	»	$80\frac{1}{2} H^2O^2$,	»	.....	+ 7,19
$CO^2 + 2\frac{1}{2} AzH^3$	»	$89\ H^2O^2$,	»	.....	+ 7,29
$CO^2 + 3 AzH^3$,	»	$97\frac{1}{2} H^2O^2$,	»	.....	+ 7,35
$CO^2 + 3\frac{1}{2} AzH^3$,	»	$106\ H^2O^2$,	»	.....	+ 7,39

» Ainsi la chaleur dégagée par la réaction d'un équivalent d'acide carbonique sur un excès d'ammoniaque a varié de 5,3 à 7,4 environ dans mes expériences. La première quantité se rapproche beaucoup de la formation du bicarbonate, laquelle dégageait 4,6 dans une liqueur de même concentration. Ce serait probablement la limite extrême de la réaction, en présence d'une très-grande proportion d'eau. Au contraire, la chaleur dégagée par un excès croissant d'ammoniaque se rapproche de plus en plus de la valeur limite 8,8; valeur normale que l'on devrait obtenir si l'écart entre la chaleur de formation du carbonate neutre d'ammoniaque et celle du carbonate neutre de potasse était égal à 1,3, c'est-à-dire à la différence sensiblement constante qui a été trouvée plus haut entre les sels stables de ces deux bases, tels que les chlorures, azotates, sulfates, acétates, etc.

» 2. D'après ces faits, il ne me semble pas permis de supposer qu'un équivalent d'acide carbonique et un équivalent d'ammoniaque, dissous dans l'eau, s'unissent intégralement, avec formation d'un équivalent de

(1) J'ai trouvé, par exemple,

SO^4K (1 équiv. = 2^{lit})	+ KO	(1 équiv. = 2^{lit})	.....	+ 0,04
SO^4K »	+ NaO	»	.....	+ 0,04

ce qui s'accorde avec la plupart des observateurs.

(2) Ces nombres ont été obtenus par la réaction d'une solution normale de bicarbonate d'ammoniaque ($79^{gr} = 2^{lit}$) sur une solution d'ammoniaque qui renfermait 3 équivalents (51 grammes) par litre, vers la température de 15 degrés.

carbonate neutre d'ammoniaque, réellement existant et uniformément réparti dans la liqueur. Toutes ces observations, aussi bien que les réactions spéciales que j'ai décrites entre les carbonates d'ammoniaque et les carbonates alcalins fixes, concourent à faire admettre qu'une portion seulement de l'ammoniaque et de l'acide carbonique sont à l'état de carbonate neutre *véritable* au sein des liqueurs, le surplus formant du bicarbonate et de l'ammoniaque libre. L'état de séparation de ces composants ne paraît pas aller jusqu'à l'acide carbonique libre, en présence d'un excès d'ammoniaque, attendu que le bicarbonate d'ammoniaqne a été reconnu stable en présence de l'eau par des épreuves de diverses natures (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 954).

» 3. Ceci posé, nous aurons, en général, un certain équilibre entre quatre composants : d'une part, le bicarbonate d'ammoniaque et l'ammoniaque, lesquels tendent à former du carbonate neutre et de l'eau; et, d'autre part, le carbonate neutre d'ammoniaque et l'eau, lesquels tendent à régénérer du bicarbonate et de l'ammoniaque libre. En augmentant la proportion de l'un des quatre composants dans le système, on diminue celle du corps auquel il tend à s'unir, et l'on accroît celle des deux corps opposés, précisément comme dans l'équilibre des réactions éthérées.

» 4. L'équilibre est changé si l'on introduit dans les liqueurs du carbonate ou du bicarbonate de potasse, parce que ces sels réagissent sur les éléments du carbonate d'ammoniaque. Dans ce cas, cinq composés coexistent, en général, savoir : les deux carbonates de potasse, les deux carbonates d'ammoniaque et l'ammoniaque libre. Le sens des phénomènes thermiques peut être prévu d'après les doubles décompositions qui doivent se produire entre le carbonate d'une base et le bicarbonate de l'autre.

» Par exemple, le carbonate de potasse et le bicarbonate d'ammoniaque doivent former du bicarbonate de potasse et du carbonate neutre d'ammoniaque; ce dernier, se décomposant aussitôt en présence de l'eau, donne lieu à une absorption de chaleur. Si la décomposition était totale, comme il arrive entre le carbonate de potasse et les sulfate, azotate ou chlorhydrate d'ammoniaque, la chaleur absorbée s'élèverait à $-2,60$ environ, dans les conditions des expériences. Le bicarbonate d'ammoniaque a fourni seulement $-1,70$; ce qui est la preuve d'une transformation incomplète. En présence de 2 équivalents de carbonate de potasse, on a obtenu $-2,7$, ce qui indique que la réaction est déjà totale ou sensiblement.

» Réciproquement, le bicarbonate de potasse et le carbonate d'ammoniaque dégageront de la chaleur ($+0,80$), la réaction étant complémen-

taire d'une transformation incomplète, c'est-à-dire qu'elle amène un accroissement dans l'état de combinaison des composés primitifs.

» Le carbonate neutre de potasse réagit aussi sur une liqueur qui contient les éléments du carbonate neutre d'ammoniaque, parce que dans une telle liqueur il existe en réalité une certaine proportion de bicarbonate d'ammoniaque, lequel attaque le carbonate de potasse avec absorption de chaleur, comme il vient d'être dit.

» Sans nous arrêter au calcul numérique d'équilibres aussi compliqués, nous nous bornerons aux systèmes plus simples qui ne renferment qu'une seule base, l'ammoniaque.

» 5. Pour définir l'équilibre de semblables systèmes, il suffit de connaître la chaleur de formation du carbonate neutre d'ammoniaque réellement existant dans les liqueurs. Une hypothèse est ici nécessaire. En admettant que cette valeur soit égale au chiffre théorique 8,8 signalé plus haut, et qu'elle ne varie pas plus avec la concentration que la chaleur de neutralisation des sels stables, on arrive aux résultats suivants, qui représentent divers systèmes en équilibre :

1° $CO^2 + AzH^3$.

En prés. de 63 H^2O^2...+6^c,40... 0,30 C^2O^4AmOHO + 0,40 CO^3Am + 0,30 AzH^3,
» 110 H^2O^2...+6,17... 0,333 C^2O^4AmOHO + 0,333 CO^3Am + 0,333 AzH^3,
» 220 H^2O^2...+5,80... 0,38 C^2O^4AmOHO + 0,24 CO^3Am + 0,38 AzH^3,
» 1100 H^2O^2...+5,30... 0,44 C^2O^4AmOHO + 0,12 CO^3Am + 0,44 AzH^3.

» Ces équilibres changent un peu avec la température. Ils représentent aussi la réaction du bicarbonate d'ammoniaque et de l'ammoniaque à équivalents égaux.

2° $CO^2 + 3\frac{1}{2}AzH^3$ (excès d'alcali).

En prés. de 106 H^2O^2... + 7^c,03... 0,18 C^2O^4AmOHO + 0,64 CO^3Am + 0,18 AzH^3,
» 385 H^2O^2... + 7,39... 0,22 C^2O^4AmOHO + 0,56 CO^3Am + 0,22 AzH^3.

3° $3CO^2 + 2AzH^3$ (sesquicarbonate).

En prés. de 220 H^2O^2... + 16^c,41... 1,25 C^2O^4AmOHO + 0,50 CO^3Am + 0,25 AzH^3.

» Ce système se rapproche beaucoup du bicarbonate pur, à mesure qu'on l'étend d'eau. Je n'insisterai pas davantage sur ces calculs.

» 5. En résumé, tout système formé par un mélange d'ammoniaque, d'acide carbonique et d'eau tend vers un équilibre, déterminé par les proportions relatives et la température; équilibre qui est atteint immédiatement et qui est toujours le même, quel que soit l'état initial du système,

lequel peut varier d'une infinité de manières. De là des conséquences thermiques intéressantes, analogues à celles que j'ai déjà signalées dans l'étude des éthers. Si l'état initial des composants répond à une combinaison moins avancée que l'état d'équilibre, le mélange donnera lieu à un dégagement de chaleur : la réaction sera exothermique. Elle sera endothermique, au contraire, si l'état initial des composants répond à une combinaison plus avancée que l'état d'équilibre. Ce sont là des conséquences nécessaires de l'existence de ces équilibres correspondant à une combinaison incomplète. Elles excluent l'application du principe général des réactions exothermiques, principe qui n'est applicable qu'à des réactions intégrales et immédiates, comme je l'ai exposé ailleurs (1). Je reviendrai sur cette question, qui est d'une haute importance pour la mécanique chimique.

» 6. Un tel état de combinaison incomplète, c'est-à-dire de partage de la base d'un sel entre l'acide et l'eau, caractérise les acides faibles. Ces notions d'*acides faibles* et de *bases faibles*, d'*acides forts* et de *bases fortes*, demeurées jusqu'ici un peu vagues, peuvent être définies désormais avec plus de précision.

» Un *acide fort* et une base forte forment, par leur union, des sels neutres stables, c'est-à-dire que l'eau ne décompose pas sensiblement et que l'influence d'un excès de base ne modifie pas, ces réactions étant traduites par le thermomètre : tels sont les sulfates, chlorures, azotates de potasse et de soude.

» Un *acide faible*, au contraire, forme, avec toutes les bases fortes, ou tout au moins avec quelques-unes d'entre elles, spécialement avec l'ammoniaque, des sels neutres décomposables en partie par l'eau. Il existe, en outre, dans l'énergie des acides faibles, des degrés très-divers, que les expériences thermiques relatives à l'influence de l'eau sur leurs sels et à l'action progressive de plusieurs équivalents d'ammoniaque permettent de définir avec exactitude. Cette opposition entre les acides forts et les acides faibles, cette diversité dans l'énergie des derniers sont attestées d'une manière frappante par l'étude des doubles décompositions salines, laquelle fera l'objet de la troisième partie de mes recherches. »

---

(1) *Annales de Chimie*, 4e série, t. XVIII, p. 105.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la transformation des glucoses en alcools monoatomiques et hexatomiques.* Note de **M. G. Bouchardat** (1), présentée par M. Ad. Wurtz.

« Les glucoses et les matières capables de fournir des glucoses par leur dédoublement se transforment, comme on le sait, sous l'influence de ferments spéciaux en produisant différents alcools monoatomiques, tels que l'alcool ordinaire, l'alcool propylique, l'alcool amylique, etc.; polyatomiques, tels que la glycérine et la mannite; M. Berthelot a, par des actions du même ordre, étendu cette transformation en alcool ordinaire et en ses homologues supérieurs aux composés hexatomiques eux-mêmes, tels que la mannite et la dulcite. Mais jusqu'à ce jour on n'avait pas réussi à reproduire ces dédoublements sans avoir recours à l'intervention de ferments spéciaux azotés.

» Dans une précédente Communication, j'ai montré qu'il se formait de la dulcite par l'action de l'amalgame de sodium sur une solution de sucre de lait interverti. En analysant plus attentivement la réaction, j'ai reconnu qu'elle est beaucoup plus complexe, et qu'indépendamment des alcools hexatomiques il se forme, sous l'influence de l'hydrogène naissant, une certaine quantité d'alcools monoatomiques, parmi lesquels j'ai pu caractériser l'*alcool ordinaire* $C^4H^6O^2$, l'*alcool isopropylique* $C^6H^8O^2$, et enfin un *alcool hexylique* $C^{12}H^{14}O^2$, identique à celui dont MM. Erlenmeyer et Wanklyn ont préparé l'éther iodhydrique en distillant la mannite ou la dulcite avec l'acide iodhydrique. Mes expériences ont porté sur la glucose, le sucre de lait et le sucre de lait interverti.

» *Glucose.* — Une solution moyennement concentrée de glucose faite à 100 degrés et maintenue quelque temps à cette température, contenant 500 grammes de ce corps dans cinq ou six litres d'eau, a été mise en contact avec de l'amalgame de sodium contenant environ 3 pour 100 de sodium dans de grands flacons munis d'un tube de dégagement se rendant dans des vases remplis d'eau, pour dissoudre et condenser les produits volatils qui pourraient être entraînés par le dégagement d'hydrogène. On a soin de retirer le mercure régénéré avant d'ajouter une nouvelle quantité d'amalgame. La réaction s'établit immédiatement. Cependant, il semble que l'hydrogène est plus complétement absorbé quand il y a déjà dans la liqueur une certaine quantité d'alcali formé. La température s'élève sensi-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

blement, dans un cas où n'a pas refroidi le mélange, et le thermomètre a marqué 60 degrés. On est averti de la fin de la réaction quand le liquide, qui s'était d'abord coloré en brun, commence à se décolorer et prend une teinte ambrée.

» A ce moment, on l'introduit dans l'appareil distillatoire et on le sature aussi exactement que possible par de l'acide sulfurique pur et étendu d'eau. On chauffe et l'on recueille le liquide aqueux chargé de composés volatils jusqu'à ce que le volume distillé soit environ le cinquième ou le sixième du volume primitif. On distille ce produit deux fois encore de la même façon, en ne recueillant chaque fois que le dixième environ du liquide placé dans la cornue. Après la dernière opération, on voit surnager au-dessus du liquide une couche huileuse que l'on sépare de l'eau en ajoutant à celle-ci un excès de carbonate de potasse cristallisé. On obtient ainsi un liquide neutre ayant une odeur qui rappelle celle qui se développe dans le cours de certaines fermentations dites *anormales*.

» Le produit volatil est desséché, distillé sur de la baryte anhydre, puis redistillé au thermomètre. On le sépare ainsi en trois produits principaux, l'un bouillant de 76 à 81 degrés, le second de 83 à 88 degrés, le troisième de 138 à 145 degrés; le composé le plus volatil a été chauffé avec deux fois son volume d'acide sulfurique concentré. Les gaz qui se dégagent d'abord ont été recueillis sur la cuve à mercure; et après avoir été débarrassés de l'acide sulfureux et du gaz carbonique, ils sont composés d'un cinquième d'éthylène et quatre cinquièmes de propylène. Le même produit traité par une solution d'acide chromique a développé immédiatement l'odeur caractéristique de l'aldéhyde. C'est donc un mélange d'alcool ordinaire et d'alcool isopropylique. Pour les séparer, on l'a réuni au produit bouillant de 83 à 88 degrés et aux parties intermédiaires. On a traité le tout par l'acide iodhydrique concentré. L'éther iodhydrique brut ainsi obtenu a été distillé au thermomètre; il se sépare en deux produits principaux, l'un passant de 70 à 75 degrés, l'autre de 88 à 91 degrés. L'iodure, le plus volatil, a donné à l'analyse pour poids de l'iode combiné 81,23; la formule de l'iodure d'éthyle correspond à 82,05 d'iode.

» L'éther iodhydrique, passant de 88 à 91 degrés, a fourni 74,72 pour 100 d'iode, nombre qui correspond exactement à la formule de l'iodure d'isopropyle, dont il a exactement la composition.

» Comme nouvelle preuve de l'existence de l'alcool isopropylique, je citerai le caractère suivant. Le produit, passant de 83 à 88 degrés, étant mêlé avec une solution concentrée de chlorure de calcium, se sépare de cette

solution en formant deux couches distinctes, quand on chauffe le mélange. Les deux couches disparaissent de nouveau par le refroidissement, pour former de nouveau un liquide homogène, ce qui est une propriété caractéristique de l'alcool isopropylique.

» Quant au produit le moins volatil, il est constitué par un hydrate de l'alcool hexylique, dont MM. Erlenmeyer et Wanklyn ont obtenu pour la première fois l'éther iodhydrique par l'action de l'acide iodhydrique sur la mannite. Ce composé, traité par l'acide iodhydrique, fournit un iodure identique avec le précédent, et dont le point d'ébullition est situé entre 165 et 170 degrés.

» Le résidu de la préparation, resté dans la cornue, donne, après séparation du sulfate de soude, une grande quantité de mannite.

» *Sucre de lait* (*lactine*). — Une solution concentrée de sucre de lait a été traitée de la même manière que le glucose, les produits volatils obtenus se sont trouvés identiques aux précédents, la quantité obtenue est sensiblement la même pour un même poids de sucre.

« J'ai constaté la présence de l'alcool ordinaire par la formation de l'éthylène et celle de l'aldéhyde, ainsi que par les points d'ébullition des produits.

» L'alcool isopropylique hydraté ainsi obtenu, et bouillant de 83 à 87 degrés, a la même composition que l'alcool isopropylique hydraté et distillé sur la baryte. Mélangé avec une solution de chlorure de calcium, il forme avec elle deux couches distinctes lorsque l'on élève la température; enfin, l'éther iodhydrique préparé avec ce composé, et bouillant de 89 à 93 degrés, a été analysé et a donné les nombres suivants:

			Théorie.
C...............	21,13	»	21,17
H...............	4,40	»	4,11
I................	»	74,93	74,71.

» Le produit le moins volatil, passant de 140 à 150 degrés, est constitué par de l'alcool hexylique hydraté fournissant, par l'acide iodhydrique, un éther bouillant de 165 à 170 degrés et qui a été analysé. Cet alcool hexylique possède une odeur aromatique qui n'est pas désagréable et qui s'éloigne complétement de l'odeur de l'alcool amylique.

» Le résidu de la distillation, après séparation du sulfate de soude, laisse déposer des cristaux de dulcite identique avec le produit naturel; j'ai mesuré les angles des cristaux qui dérivent d'un prisme clinorhombique de 112 degrés et qui se confondent avec ceux de la dulcite naturelle $C^{12}H^{14}O^{12}$.

» *Sucre de lait interverti.* — Dans une précédente Note, j'ai annoncé la reproduction de la dulcite par l'hydrogénation de ce produit. Les eaux mères de la dulcite ont été traitées par le sous-acétate de plomb. La liqueur, séparée du précipité, a été traitée par le sous-acétate de plomb ammoniacal, qui a précipité toutes les matières sucrées. Ce précipité, lavé, a été décomposé au sein de l'eau par l'hydrogène sulfuré; la liqueur, filtrée de nouveau et évaporée, a laissé déposer des cristaux composés d'un mélange de dulcite et d'un autre corps que l'on a pu isoler en profitant de sa plus grande solubilité dans l'eau. Ce corps, après cristallisation dans l'alcool, a tous les caractères de la mannite pure; il fond à 166 degrés et se sublime sans décomposition sur une lame de platine chauffée; sa solubilité est de 14 à 16 pour 100 environ à 18 degrés; la saveur en est fortement sucrée; sa solution n'a pas d'action sensible sur la lumière polarisée.

» De ce fait, il résulte que le sucre de lait est un composé analogue au sucre de canne et pouvant se dédoubler en deux glucoses, dont l'un fournirait par hydrogénation de la dulcite, et par oxydation de l'acide mucique; le second fournissant par hydrogénation de la mannite :

$$C^{24}H^{22}O^{22}H^2O^2 = \underbrace{C^{12}H^{11}O^{11}}_{\text{Galactose.}} + C^{12}H^{11}O^{11}.$$

» Enfin, les composés alcooliques fournis par cette méthode sont les mêmes pour ces différentes matières sucrées, et consistent en alcool ordinaire, alcool isopropylique et alcool hexylique. »

CHIMIE. — *Sur l'hexabromure et sur l'hexachlorure de silicium.* Note de **M. C. Friedel**, présentée par M. Wurtz.

« Lorsque j'ai eu l'honneur, dans la séance du 21 août, de faire à l'Académie une Communication relative à un sous-chlorure de silicium, je n'avais pas à ma disposition les Rapports de la Société chimique de Berlin, dans lesquels se trouvaient résumés les faits que j'ai annoncés à la Société chimique de Paris, dans ses séances du 2 et du 16 décembre 1869. Je demande à l'Académie la permission de revenir sur ces résultats, qui n'ont reçu jusqu'ici qu'une publicité incomplète.

» Lorsqu'on verse, goutte à goutte, du brome en quantité pesée sur une proportion correspondante d'hexa-iodure de silicium dissous dans le sulfure de carbone, on voit de l'iode se séparer. Si l'on emploie assez de brome, tout l'iode de l'hexa-iodure est éliminé. Après avoir décanté

la solution des cristaux d'iode, on l'agite avec le mercure pour enlever l'iode, et l'on filtre, en évitant, autant que possible, l'accès de l'humidité.

» On distille ensuite le liquide filtré, et celui-ci abandonne un produit solide qui cristallise en lamelles. La forme cristalline n'a pas encore pu être déterminée; mais on a constaté, à l'aide du microscope polarisant, que les cristaux ont deux axes de double réfraction, ce qui les éloigne de l'hexabromure, qui est hexagonal et ne possède qu'un axe de double réfraction.

» L'hexabromure, séparé du sulfure de carbone, est distillable et bout vers 240 degrés. L'hexa-iodure, au contraire, se décompose à la distillation en tétra-iodure et en un sous-iodure ayant une composition qui correspond à la formule SiI^2.

» Traité par la potasse, l'hexabromure, comme l'hexa-iodure, dégage de l'hydrogène. La quantité d'hydrogène dégagée correspond à peu près à ce qui est exigé par la formule Si^2Br^6, c'est-à-dire à 2H.

» L'hexachlorure de silicium a été obtenu en chauffant doucement de l'hexa-iodure avec du bichlorure de mercure. On a employé celui-ci de préférence au chlore, de peur d'aller trop loin dans la réaction. L'action est vive, elle commence déjà à froid; il se forme de l'iodure de mercure et un produit qui distille entre 144 et 148 degrés. Ce produit, distillé encore une fois sur le bichlorure de mercure pour lui enlever des traces d'iode, constitue l'hexachlorure de silicium. Il a donné à l'analyse les nombres correspondant à la formule Si^2Cl^6. Avec la potasse, il a dégagé la quantité d'hydrogène qui correspond à cette formule.

» Il est incolore, fume à l'air et cristallise vers $-1°$.

» L'eau le décompose rapidement en fournissant un produit qui reste en grande partie dissous dans la solution chlorhydrique fournie, et que l'ammoniaque précipite sous la forme d'une masse floconneuse avec dégagement d'hydrogène.

» Ce chlorure se prêtera sans doute mieux que l'hexa-iodure à la préparation d'un éther silicique $Si^2(OC^2H^5)^6$, qui doit se former par l'action du chlorure sur l'alcool absolu. Pour le préparer avec l'hexa-iodure, il faudrait remplacer l'alcool par l'éther; nous avons fait voir, M. Ladenburg et moi, que l'éther silicique ordinaire peut être obtenu en chauffant le tétra-iodure de silicium avec l'éther anhydre. Il se forme en même temps de l'iodure d'éthyle :

$$4(C^2H^5)^2O + SiI^4 = Si(OC^2H^5)^4 + C^2H^5I.$$

» Cet éther hexéthylique complétera la série éthylique du silicium formée déjà du silicium-hexéthyle $Si^2(C^2H^5)^6$, de l'hexa-iodure, de l'hexabromure, de l'hexachlorure de silicium et de l'acide silici-oxalique. »

CHIMIE. — *Sur une méthode de détermination des gaz résultant de l'explosion de la nitroglycérine.* Note de **M. L. L'Hote**, présentée par M. le général Morin.

« La nitroglycérine employée dans ces expériences a été préparée au moyen de l'acide nitrosulfurique; elle a été lavée à grande eau, puis desséchée dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. Ainsi obtenue, elle est incolore; dissoute dans l'alcool méthylique, elle est complétement neutre à la teinture de tournesol sensible.

» On sait que la nitroglycérine détone facilement lorsqu'on la frappe avec un marteau sur une enclume; mais, dans cette expérience, on ne peut guère se rendre compte de la nature des gaz, et on ne distingue qu'une odeur métallique; néanmoins, si au lieu de placer directement la nitroglycérine sur l'enclume, on en met quelques milligrammes sur un papier réactif ioduro-amidonné, et si après l'explosion on humecte légèrement le papier réactif, on constate un bleuissement sensible. En détonant à l'air libre, la nitroglycérine donne donc naissance à des produits nitreux.

» Nous avons songé à substituer au choc du marteau le choc produit dans un eudiomètre, lorsqu'on enflamme le gaz de la pile à l'aide de l'étincelle électrique. La première expérience a été tentée dans un eudiomètre de Gay-Lussac, dont les parois présentaient une épaisseur de verre de 13 millimètres. On avait introduit dans l'eudiomètre :

Gaz de la pile............................	10 centimètres cubes.
Nitroglycérine placée dans une ampoule........	6 centigrammes.

» L'inflammation du mélange tonnant détermina l'explosion de la nitroglycérine, mais l'eudiomètre fut pulvérisé.

» En opérant sur de très-petites quantités de nitroglycérine, les eudiomètres peuvent résister à la force explosive. Nous nous servons d'eudiomètres de Mitscherlich, que nous fabriquons à la lampe, avec des tubes à analyse organique en verre vert. Le gaz de la pile est préparé par la méthode de Bunsen. La nitroglycérine est introduite, à l'aide d'une pipette capillaire, dans de petites perles de verre mince qui contiennent de 5 à 6 milligrammes de matière; la pesée se fait à la balance d'essais.

» On introduit d'abord dans l'eudiomètre 10 centimètres cubes de gaz

de la pile, puis la perle de nitroglycérine, et on fait passer l'étincelle électrique. La nitroglycérine détone et fournit un gaz qu'on peut mesurer. On remarque alors que le mercure est légèrement bruni à la surface, et contient une petite quantité de nitrate de mercure.

» Le gaz obtenu est incolore et renferme une proportion suffisante de bioxyde d'azote pour être rutilant à l'air. Ce gaz, soumis, pour l'analyse, à l'action successive des absorbants, laisse un résidu qui est de l'azote pur.

» En rapportant à 1 gramme de nitroglycérine on a trouvé :

Gaz mesuré à zéro, et pression $0^m,760$ .... 284 centimètres cubes.

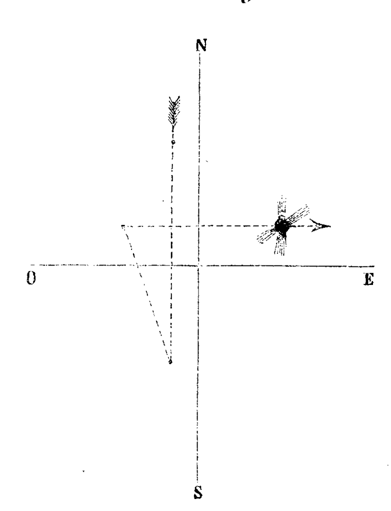
100 parties de ce gaz en volume contiennent

Acide carbonique........................	45,72
Bioxyde d'azote.........................	20,36
Azote..................................	33,92
	100,00

» Nous pensons que cette méthode est applicable à l'étude des gaz fournis par les composés explosifs. Le picrate de potasse détone très-facilement dans les mêmes conditions; on peut opérer sur une perle contenant de 20 à 25 milligrammes de matière, et nous avons observé que le gaz produit est inflammable et renferme une proportion appréciable de cyanogène. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore remarquable, observé dans la nuit du* 19 *octobre* 1871. Note de **M. Chapelas.**

« La nuit du 19 octobre a été assez remarquable sous le rapport météorique. En effet, par un ciel visible estimé à 0,8, nous avons pu enregistrer un certain nombre d'étoiles filantes et calculer un nombre horaire moyen égal à 10,3; mais cette apparition est surtout remarquable par les particularités singulières qui ont été offertes par l'un de ces nombreux météores.



» A $2^h 45^m$ du matin, deux étoiles filantes partaient presque simultanément de l'étoile ε des Gémeaux; toutes les deux appartenaient à cette catégorie de météores que nous désignons sous le nom de *nébuleux*, moindres que les 6es grandeurs, et circulant dans des régions fort élevées; la première, conservant cette taille, venait s'éteindre près de κ d'Orion, fournissant une course de 35 degrés, avec une direction N.-S. bien accentuée.

» La deuxième marchait d'abord parallèlement, et, arrivée à ce même point, changeait subitement de direction, se dirigeait sur l'étoile δ du Baudrier Orion, c'est-à-dire du S.-S.-E. au N.-N.-O., en augmentant sensiblement d'éclat; puis après un léger temps d'arrêt, reprenant vivement sa course, mais cette fois de l'ouest à l'est et traversant la constellation de la Licorne, elle venait s'éteindre près de l'étoile δ du Petit Chien.

» Dans ce dernier trajet, ce météore, dont la taille augmentait toujours, finissait enfin comme une étoile de 1re grandeur extrêmement brillante, en crevant comme une ampoule de laquelle s'échappaient quatre petits jets phosphorescents qui subsistèrent environ trois minutes après la disparition de l'étoile, en suivant également la direction O.-E.

» Ce météore avait ainsi parcouru 77 degrés, et indiquait évidemment une trajectoire inclinée vers le sol et tourmentée par les diverses influences atmosphériques qu'elle rencontrait. »

« **M. Le Verrier** donne communication à l'Académie d'une Lettre de M. *Alluard*, relative à l'établissement d'un observatoire au sommet de la montagne du Puy-de-Dôme. L'éminent professeur de la Faculté de Clermont-Ferrand n'a pas cessé, malgré les difficultés des temps, de poursuivre la réalisation de l'observatoire qu'il a projeté depuis plusieurs années. L'Académie apprendra avec satisfaction que la Commission du budget a maintenu l'allocation nécessaire pour l'établissement de l'Observatoire du Puy-de-Dôme. En présence de cet acte du Pouvoir législatif, on ne peut douter que le Conseil général du département et le Conseil municipal de la ville de Clermont maintiendront aussi leurs subventions. »

« **M. Le Verrier** communique également une Lettre par laquelle M. *Diamilla-Müller* fait connaître la prochaine réalisation d'un vœu formé par M. Faye, savoir : qu'on profite du percement du tunnel des Alpes pour étudier au milieu du souterrain les variations qu'y peuvent subir la pesanteur et le magnétisme. Le R. P. Secchi, le P. Denza et M. Müller organisent et vont effectuer ces recherches. »

M. P. Guyot adresse une nouvelle Note sur les usages de la dynamite.

Les faits contenus dans cette Note seront réservés, pour être joints à un travail d'ensemble sur ce sujet.

M. Fahlman adresse, de Stockholm, une Note relative à un procédé de désinfection des fosses d'aisance.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Peligot.

M. **Mehay** adresse une « Théorie générale de la classification scientifique. »

Ce travail sera soumis à l'examen de M. Chevreul.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par M. G. Darboux, *avec la collaboration de* MM. Houel *et* Loewy, *sous la direction de la Commission des Hautes-Études,* t. I, octobre à décembre 1870; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Philosophie de la nature; par M. H. Levittoux. Varsovie, 1871; in-8°.

Mechanics' magazine (50e année), journal illustré hebdomadaire : 30 août; 6, 13, 20, 27 septembre 1871. Paris et Londres, 5 livr. in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique américaine de Philadelphie*, t. XI, n° 83. Philadelphie, 1870; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Association américaine pour l'avancement de la science;* août 1868. Cambridge, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Académie américaine des Arts et des Sciences*; t. VIII, feuilles 1 à 17. Cambridge, 1868; in-8°.

Rendiconto... *Comptes rendus de la Société royale* Borbonica (*Académie des Sciences*, 1856); janvier et février. Naples, 1856; in-4°. (Deux exemplaires.)

Memorie... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences;* t. I. Naples, 1856; in-4°.

Galileo Galilei... *Discours prononcé, le 17 mars 1871, à la fête littéraire du lycée royal Palmieri; par* M. G.-E. Balsamo. Lecce, 1871; in-12.

Novorum Actorum Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ naturæ Curiosorum; tomi tricesimi quinti, seu decadis quartæ tomi sexti; cum tabulis XXXVII. Dresdæ, MDCCCLXX; in-4°.

Annaes... *Annales de l'Observatoire de l'infant D. Luiz;* t. III à VIII, 1865 à 1870. Lisbonne, 1866; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 OCTOBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. le Secrétaire perpétuel** se rend l'interprète de la pensée de quelques Membres de l'Académie qui, ayant assisté à la dernière séance publique, craignent d'avoir donné, par leur présence, une sorte de sanction à l'opinion émise par celui de nos confrères qui a pris la parole, avec un succès si populaire, au nom de l'Académie française. Ils auraient voulu que la part qu'il a faite à Daguerre dans l'invention de la photographie fût moins absolue, et, sans méconnaître ce qui est dû à l'artiste, ils auraient souhaité que le savant, que Nicéphore Niepce, fût aussi mis à la place à laquelle ses travaux et son génie lui donnent un droit incontestable, comme premier inventeur. »

M. Chevreul, après avoir entendu les observations présentées par M. Dumas, s'exprime comme il suit :

« J'éprouve une grande satisfaction des sentiments que vient d'exprimer M. le Secrétaire perpétuel, parce qu'ils m'ont affecté comme lui, dans la séance publique des cinq Académies, en entendant la lecture de M. Legouvé.

Plus elle a charmé l'auditoire, par la finesse de l'observation des mœurs du jour et par le piquant des réflexions qu'elle avait suscitées à l'auteur, et plus mes regrets étaient vifs d'entendre, au sein de l'Institut de France, *proclamer Daguerre l'inventeur de la photographie*, regrets augmentés encore lorsque M. Legouvé critiquait si justement l'opinion d'un public ignorant qui admirait Améric Vespuce, comme si Christophe Colomb ne l'eût pas précédé dans le Nouveau-Monde!

» En me rappelant l'union si rare des deux frères Niepce: de Nicéphore, le véritable auteur de la *photographie* ou plus correctement de l'*héliographie*, avec Claude son aîné, j'étais profondément touché; je me représentais Claude mourant après dix ans de séjour en Angleterre, heureux, non de la fortune qui lui fut toujours contraire, du moins de l'illusion où il était d'avoir découvert le *mouvement perpétuel,* tandis que Nicéphore, dans la maison de campagne de son père et loin de Paris, travaillait sans cesse, depuis 1814, à la découverte qu'il entrevoyait d'un moyen de *fixer sur un métal l'image des objets terrestres que la lumière du soleil peignait dans une chambre obscure*. ET CETTE DÉCOUVERTE IL L'A FAITE!

» Mais que de peines! que de fatigues! que de déceptions! Mais le feu sacré de l'invention, il l'avait: il réussit! En lisant des lettres écrites de cette campagne, ou de Châlon-sur-Saône, à son frère Claude, qui était à Paris ou en Angleterre, on voit les obstacles de tout genre qu'il a dû surmonter en même temps qu'on admire la justesse de ses idées; car il voyait d'une manière précise les conditions à remplir pour atteindre le but que sans cesse il avait devant les yeux. C'est dans cette correspondance, dont le public doit la connaissance, depuis 1867, à M. Victor Fouque, le compatriote et l'historien de Nicéphore et de sa famille, qu'on peut apprécier si mes réflexions sont fondées. Plusieurs de ces lettres sont d'un grand intérêt, par exemple celles où il rend compte à son frère d'expériences faites sur le phosphore employé comme matière sensible : s'il n'obtint pas le résultat qu'il en attendait, ces expériences témoignent de son grand sens et de la justesse de ses connaissances relativement aux deux états dits *allotropiques* du phosphore, bien connus aujourd'hui depuis les travaux de M. Scroeffer, de Vienne. Eh bien! les expériences dont je parle remontent à l'année 1817; Nicéphore apprend que le phosphore exposé à la lumière devient rouge, et dès lors il espère qu'une plaque métallique sur laquelle il aura étendu une couche mince de phosphore exposé dans la chambre noire au soleil deviendra *rouge* en perdant son inflammabilité, et qu'en enlevant ensuite le phosphore non insolé resté blanc et combustible, il obtiendra une *image rouge*.

» Si je n'avais pas professé à Lyon (en 1842 et 1843) le contraste simultané des couleurs, phénomène de vision dont aucun de nos autres sens ne présente l'analogue; si alors je n'avais pas fait une étude approfondie des *effets optiques des étoffes de soie*, dont la *théorie* a été publiée aux frais de la Chambre de Commerce de Lyon, j'aurais été incapable d'apprécier une difficulté que Nicéphore rencontra dans ses expériences, et dont alors il ne pouvait reconnaître la cause : cette difficulté tenait à ce que les clairs de l'image ne se distinguaient pas toujours facilement des clairs du métal en dehors de l'image. Cet effet est simple pour celui qui sait pourquoi un dessin exécuté en soie avec l'*armure-taffetas* apparaît sur un fond exécuté avec l'*armure-satin*, tantôt *clair* et tantôt *foncé*, suivant la position du spectateur; mais Nicéphore ignorait cette cause ainsi que Daguerre.

» En proclamant l'esprit d'invention, le génie même que je reconnais à Nicéphore Niepce, et en ne doutant pas que Niepce de Saint-Victor, cet officier autant dévoué à ses devoirs militaires que modeste et désintéressé, tenait aussi de l'esprit de son oncle, je ne méconnaîtrai pas le mérite de Daguerre; s'il eût des torts après la mort de Nicéphore, ce n'est point un motif pour lui refuser le don de l'invention! Certes, l'œuvre du *diorama* n'est pas le fait d'un artiste vulgaire, et tout en reconnaissant que les découvertes de Nicéphore avaient bien déblayé la voie qui conduisit à la découverte du *daguerréotype*, cependant je reconnais que l'auteur du diorama eut l'heureuse idée d'employer l'*argent iodé* comme matière sensible, et qu'au moyen de la vapeur de mercure à 60 degrés il parvint à faire naître sur la plaque d'argent insolée une image permanente, après avoir détruit, par l'eau de chlorure de sodium ou d'hyposulfite de soude, la cause qui rendait l'argent non insolé sensible à la lumière.

» Je me propose de revenir en détail, non sur les travaux dont l'*héliographie* et la *photographie* ont été l'objet, mais sur les faits principaux, et particulièrement sur les recherches de Niepce de Saint-Victor.

» Je me plais à croire que les circonstances actuelles ne sont point défavorables à l'histoire des découvertes, et que l'Académie des Sciences de l'Institut de France, plus que toute autre, doit vouloir que justice soit rendue aux hommes dont les travaux ont réellement reculé les bornes des connaissances humaines.

» En définitive, si on alléguait contre Nicéphore Niepce que le *daguerréotype* a été pratiqué, avec le succès connu de tous, à une époque où le public n'avait pour ainsi dire rien su de l'*héliographie*, nous dirions qu'aujourd'hui

c'est la *photographie sur papier* qui remplace absolument la plaque métallique daguerrienne, et on peut ajouter que l'*héliographie* a fait des progrès sensibles, grâce surtout aux découvertes de Niepce de Saint-Victor. »

« **M. le général Morin**, à l'occasion des observations de M. le Secrétaire perpétuel et de M. Chevreul, croit devoir dire qu'il en avait soumis d'analogues, à la Commission des lectures préparées pour la séance des cinq Académies. Dans son opinion, fondée sur les communications antérieures de M. Chevreul, on peut dire, en empruntant une expression de l'éminent confrère qui a charmé le public par sa Note sur la photographie, que Daguerre a été l'Améric Vespuce de cet art, dont Niepce était le Christophe Colomb. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'histoire et l'état présent de la théorie des comètes* (suite et fin); *par* **M. Faye**.

« Nous avons assisté, dans la première partie, à la naissance de l'hypothèse de Newton, la *materia cœlorum* formant atmosphère autour du Soleil. Nous avons dit que, sur une remarque de Laplace, l'hypothèse s'était ultérieurement dédoublée en milieu résistant, d'une part, et en atmosphère limitée, de l'autre.

» Cette hypothèse, simple ou double, n'avait primitivement qu'un but, dont les astronomes, qui se sont naturellement placés plus tard à un point de vue moins élevé que Newton, ont négligé de tenir compte, celui de supprimer une force cosmique embarrassante, la répulsion solaire.

» Nous avons vu disparaître le milieu résistant; nous allons maintenant voir s'évanouir à son tour son annexe, l'atmosphère solaire, qui a survécu si longtemps au rôle pour lequel Newton l'avait tirée du pur domaine de son imagination.

» La raison qui a fait durer l'hypothèse ainsi restreinte à sa seconde forme, c'est tout simplement une analogie de premier coup d'œil. Les planètes et leurs satellites (sauf la Lune) ont leurs atmosphères : pourquoi pas aussi le Soleil ? De plus, avec cette atmosphère, on avait de suite l'explication telle quelle de beaucoup de choses. Mais l'analogie pèche par la base; les faciles explications tirées de cette prétendue atmosphère ont été l'une après l'autre trouvées fausses, sans aucune exception; enfin, les récentes découvertes dues à l'analyse spectrale, aboutissant à un résultat dont son savant promoteur a dû être tout le premier bien surpris, ont fait toucher de l'œil, pour ainsi dire, ce qui existe en réalité aux lieu et place de cette

trop tenace hypothèse. La vérité est que la force répulsive qui donne aux comètes leur figure étonnante empêche le Soleil, qui exerce cette force autour de lui, de posséder lui-même une atmosphère véritable.

» Prenons une planète éteinte, comme la Terre, où l'attraction newtonnienne subsiste seule, sauf quelques influences, minimes à notre point de vue, telles que la faible chaleur reçue du Soleil, la petite force centrifuge née d'une lente rotation, l'imperceptible différence des attractions exercées par les astres voisins sur les diverses parties de la planète considérée. Sur un pareil astre toutes choses seront réglées par l'attraction propre de cette planète, c'est-à-dire par la pesanteur : ses couches successives à l'intérieur prendront une figure d'équilibre géométriquement assignable; la partie gazeuse, reposant sur la surface du noyau solide ou liquide, s'étagera en couches à peu près parallèles à cette surface et partout normales à la direction de la pesanteur; la densité ira en décroissant régulièrement en hauteur jusqu'à l'extrême limite; et l'équilibre ainsi établi par l'action de la force dominante sera tellement stable, que les forces perturbatrices internes ou externes ne pourront y produire que des effets minimes et passagers. Les vents y souffleront dans un sens presque horizontal; les mouvements ascendants ou descendants, toujours très-limités, ne se trahiront que par de légères oscillations barométriques. Telles sont, du reste, les premières conditions physiques de la vie. Mais, s'il s'agit du Soleil, les choses changent de face au-dessus de la photosphère, car là, au lieu d'une force unique ou du moins largement prédominante, nous en voyons deux agir en sens contraire et suivant des modes très-différents.

» Arrêtons-nous d'abord un instant pour préciser l'action de la force répulsive tout près de la photosphère. On sait que l'attraction d'une mince couche sphérique sur un point extérieur s'opère comme si sa masse entière était réunie au centre, et qu'elle varie en raison inverse du carré de la distance du centre à ce point. En est-il de même de la répulsion? Il existe entre ces deux forces, en dehors du sens qui est opposé et de la loi de la variation, qui est la même quand il s'agit d'un simple élément, une différence capitale. L'attraction se fait sentir à travers toute matière comme si celle-ci n'existait pas, en sorte que, pour avoir l'effet produit par la couche sphérique sur un point extérieur, il faut faire la somme des actions de tous ses éléments sans distinguer entre ceux qui agissent directement et ceux qui agissent à travers les premiers. Mais, comme la répulsion est interceptée par les corps solides (la photosphère se compose d'amas incandescents de particules de ce genre), il faut évidemment limiter cette intégrale des actions élémen-

taires à la partie qui serait visible si l'on se plaçait au point considéré. De plus la répulsion peut n'être pas indépendante, comme l'est l'attraction, de l'obliquité des divers éléments de la couche sphérique sur la direction de la force : elle peut varier en raison du sinus de cet angle. Le calcul montre que, dans ces deux cas, à toute distance et quelle que soit l'étendue efficace de la photosphère, la répulsion est inverse, comme la gravité, du carré de la distance au centre, en sorte que ces deux forces se confondraient l'une avec l'autre si elles n'étaient profondément séparées par d'autres caractères. L'une étant proportionnelle aux masses, l'autre aux surfaces, les particules solides et incandescentes dont se compose la photosphère échapperont, par leur densité même, à l'action répulsive; la puissante gravité solaire imprimera donc à la couche où elles se forment incessamment des contours régulièrement sphériques [sauf les légères dénivellations des facules dues aux réactions exercées de l'intérieur (1)], tandis que la masse gazeuse externe, en contact permanent avec une base incandescente, offrira d'autant plus de prise à la force répulsive qu'elle se composera de parties plus légères et plus dilatées.

» On va voir en outre que cette enveloppe gazeuse, si éloignée des conditions d'équilibre particulières aux atmosphères des astres éteints, ne saurait dépasser notablement une hauteur de 3 minutes. En effet la grande comète de 1843 a passé précisément à cette distance-là de la photosphère, avec une vitesse de 140 lieues par seconde. Supposez une atmosphère de 10 minutes aussi rare que les couches extrêmes de la nôtre : avec une pareille vitesse la comète aurait eu immanquablement le sort d'une de nos étoiles filantes; en quelques secondes elle aurait disparu. Et pourtant cette comète a parcouru un arc de 120 degrés dans le lieu de cette atmosphère supposée; elle y est restée, non pas quelques secondes, mais près d'une heure, marchant avec cette effroyable vitesse, sans s'être dissipée comme une étoile filante, sans être tombée sur le Soleil comme un aérolithe (2).

» De là la conclusion annoncée plus haut : La force qui donne aux comètes

(1) Mais l'effet de ces facules, nul sur la direction de la pesanteur, peut modifier notablement l'action répulsive sur des points très-voisins.

(2) Celle de Newton (1680) a présenté à peu près les mêmes circonstances, avec cette particularité de plus, qu'elle a été observée, marchant dans la même parabole, avant et après le périhélie. Newton a bien essayé d'estimer la température qu'elle avait dû prendre à ce moment-là, si près du Soleil, sous l'influence de ses rayons, mais il ne pouvait calculer la chaleur due à une autre cause bien autrement énergique, celle qui se serait développée à chaque instant par le travail d'un corps animé d'une pareille vitesse dans l'atmosphère qu'il

leur singulière figure empêche le Soleil de posséder une véritable atmosphère. Le Soleil ne peut avoir qu'une enveloppe gazeuse informe et incapable de se fixer dans un état d'équilibre stable. Évidemment une pareille enveloppe ne saurait jouer le rôle d'une atmosphère comme la notre, c'est-à-dire éteindre régulièrement la lumière, produire de véritables réfractions, engendrer des nuages, admettre des vents réguliers, etc. (1).

» Cependant tous les astronomes, à l'époque dont je parle, mettaient, comme Newton, une vaste atmosphère autour du Soleil. Personne n'avait pensé que l'analogie qui avait réussi pour les planètes et les satellites, sauf la Lune, ne pouvait exister pour le Soleil. On tenait la chose pour bien et dûment acquise. Repassez tous les traités d'astronomie physique, tous les mémoires vieux de plus de deux ans, vous y trouverez invariablement cette idée due à Newton, accueillie mais restreinte par Laplace, largement développée par les deux Herschel et par Arago, finalement mise, disait-on, au-dessus de toute contestation par l'observation des éclipses et surtout par le beau travail de M. Kirchhoff. Le Soleil avait-il les bords un peu moins brillants que le centre? c'était l'effet familier de l'extinction atmosphérique croissant régulièrement du zénith à l'horizon sur terre, du centre aux bords du disque sur le Soleil. Mesurait-on un peu moins d'éclat aux pôles qu'à l'équateur? c'était l'effet de l'aplatissement tout naturel de cette énorme atmosphère, animée comme la nôtre d'un mouvement de rotation ; les pôles, moins couverts, devaient se refroidir plus vite. Les taches présentaient-elles des irrégularités dans leurs mouvements? Celles-ci étaient dues aux fortes réfractions de cette atmosphère. Les taches elles-mêmes furent prises pour des nuages se formant posément dans cette atmosphère; les pénombres étaient d'autres nuages secondaires formés plus haut, juste au-dessus des premiers. Naturellement il devait y avoir là des vents, des alizés, soufflant horizontalement bien entendu, tout comme ceux qui conduisirent Christophe Colomb en Amérique : de là l'explication toute simple, mais radicalement fausse, du transport des taches parallèlement à l'équateur, fait capital mis en pleine lumière par M. Carrington, et dont j'ai indiqué, je crois, la vraie

avait imaginée. Rien de plus instructif que d'exécuter le calcul, d'après le premier principe de la thermodynamique, pour un corps donné animé de cette vitesse et en faisant varier la densité du milieu.

(1) Inutile d'ajouter que je ne pouvais prévoir alors que cette couche déchiquetée sera composée d'hydrogène mêlé d'un gaz dont la raie est D_3, et que le défaut d'équilibre serait inscrit en éruptions de 30000 lieues de hauteur, dépassant parfois la limite que j'avais assignée.

loi et la vraie signification. On était même très-occupé en Allemagne à retrouver sur le Soleil nos courants polaires ou équatoriaux, lorsque je fus conduit, après avoir, je l'espère du moins, éliminé le milieu résistant, à examiner aussi l'atmosphère du Soleil, seconde et dernière relique de l'hypothèse malheureuse de Newton.

» On jugera d'ailleurs du peu de crédit que les physiciens devaient accorder à ces efforts si l'on se rappelle l'impression produite dans le monde entier par la magnifique théorie du Soleil de M. Kirchhoff. C'était l'atmosphère solaire prise sur le fait. La démonstration puisait une force inouïe dans la beauté et l'imprévu de résultats trop aisément identifiés avec la partie hypothétique bien faible dont l'auteur avait puisé l'idée dans les doctrines courantes. Et de fait, si l'on devait exclusivement juger d'une hypothèse d'après l'adhésion générale et sur sa facilité apparente à rendre compte d'un grand nombre de faits, celle de l'atmosphère du Soleil avait tous les droits imaginables à passer pour vraie.

» Mais je ne pouvais faire céder, devant ce médiocre artifice, les vérités que j'avais à établir. Je m'efforçai donc de faire voir que la diminution d'intensité lumineuse sur les bords devait provenir de tout autre chose que de l'interposition d'une vaste atmosphère semblable à la nôtre, et que si les facules sont si brillantes, cela ne vient pas de ce qu'elles échappent, par leur grande hauteur, à l'extinction plus énergique des couches inférieures.

» La réfraction solaire? elle a été cherchée, mais en vain, par le calcul minutieux du mouvement des taches. En revanche apparut la parallaxe de profondeur qui renversait d'un seul coup toute la partie hypothétique de la théorie de M. Kirchhoff.

» Dès lors, les mouvements des taches, dépouillés de l'inégalité due à cette simple cause, se montrèrent dans leur étonnante régularité. La rotation toute spéciale qui en résultait pour la photosphère conduisit immédiatement à l'explication mécanique d'un phénomène de premier ordre, trop peu admiré jusqu'alors, à savoir la constance séculaire des radiations du Soleil (1).

» Mais ces démonstrations trop astronomiques avaient peu de prise sur des physiciens; il leur fallait des arguments d'une autre nature. M. Jans-

---

(1) Il est vrai que sir W. Thompson avait proposé une autre théorie; mais son hypothèse, pourtant bien travaillée, n'a pas résisté à la discussion, et je crois pouvoir me flatter d'avoir désabusé sur ce point son illustre auteur.

sen, frappé de la netteté avec laquelle la question se posait devant lui, entreprit de leur en fournir. Son observation de l'éclipse annulaire de 1867 fit bien voir qu'il fallait chercher ailleurs que dans cette prétendue atmosphère les milieux absorbants divers qui produisent les raies du spectre (1).

» L'année suivante, les expéditions françaises et anglaises en Asie nous révélèrent enfin la vérité. Au lieu de l'atmosphère énorme qu'on nous avait édifiée de toutes pièces avec ses nuages, ses vents alizés, son aplatissement, ses réfractions, son absorption, etc., on a trouvé et, grâce à MM. Janssen et Lockyer, on observe maintenant chaque jour (Respighi, Secchi, Tacchini) une couche d'hydrogène de quelques secondes de hauteur, partout hérissée de pointes, de flammes, de langues de feu, de tourbillons verticaux ou inclinés en tous sens. Ces gigantesques dénivellations, incompatibles avec l'idée d'atmosphère, s'élèvent rapidement à 1, 2, 3 minutes et plus, et se dissolvent bientôt ou retombent avec une lenteur caractéristique. Il était difficile d'obtenir une victoire plus complète sur une erreur plus enracinée (2).

» Si j'ai vu juste longtemps d'avance sur ces questions, le mérite en revient uniquement, je viens de le constater, à la justesse de l'idée qui m'a servi de guide. C'est pour elle que je sollicite de nouveau l'attention bien-

(1) M. Cornu vient de réaliser physiquement des conditions analogues, sur ce point, à ce qui existe en réalité sur le Soleil.

(2) On concevra d'ailleurs que ces troubles gigantesques et ce défaut absolu de tendance vers l'équilibre et le repos ne sont pas dus à de véritables éruptions parties du sein d'une masse encore bien éloignée de tout commencement de solidification et ne sont même pas directement imputables aux courants intérieurs dont l'existence nous est révélée par le mode de rotation de la photosphère : il y faut l'intervention de celle-ci sous la forme d'une action spéciale. La vapeur d'eau qui s'élève incessamment dans notre atmosphère peut venir de l'océan, parce qu'elle y retourne sans cesse sous une autre forme; mais l'hydrogène qui s'élèverait chaque jour en telle abondance, depuis des milliers et des milliers de siècles, de l'intérieur du Soleil, pour ne produire qu'une mince chromosphère, devrait rentrer dans la masse interne par voie mécanique ou chimique, ce qui me semble impossible, ou être expulsée, comme le veut M. Becquerel. Les faits récemment observés avec soin par M. Tacchini montrent d'ailleurs que les éruptions proprement dites, ou du moins ce qui pourrait passer pour tel parce que les jets d'hydrogène entraînent alors à leur base un peu des vapeurs métalliques qui baignent les particules incandescentes de la crête des facules, ne sont guère, avec les autres émissions dont la matière est fournie par l'enveloppe rose, dans la proportion de plus de 1 à 40.

veillante de ceux-là même qui l'ont négligée, persuadé que la notion distincte d'un des grands aspects de notre univers n'importe pas moins à la science qu'un moyen nouveau d'investigation matérielle.

» Je ne change pour ainsi dire pas de sujet en revenant aux comètes. Depuis les travaux dont j'ai donné l'analyse bien sommaire dans la première partie, deux faits nouveaux se sont produits. M. Huggins a découvert, dans le spectre du noyau de quelques comètes, des raies lumineuses qu'il rapporte à l'incandescence de vapeurs carburées. D'autre part les beaux travaux de MM. Schiaparelli, Newton (U.-S.), Le Verrier, Peters, Adams, etc., ont établi que certains essaims périodiques d'étoiles filantes sont en liaison intime avec certaines comètes également périodiques, car ces essaims et les comètes correspondantes suivent exactement la même route dans le ciel. M. Tait a déduit, de ces deux faits seuls, toute une théorie nouvelle des phénomènes cométaires. Il suppose, avec sir W. Thompson, que les comètes sont de simples agrégats d'aérolithes dont les chocs mutuels engendreraient la lumière propre observée par M. Huggins, et que leurs queues ne sont qu'une partie, rendue momentanément visible, de la traînée d'étoiles filantes qui doit accompagner chaque comète. Cette seconde supposition mettrait à néant toute la science actuelle, théorie et observations; ne nous y arrêtons qu'un moment pour faire remarquer que, si la découverte de M. Schiaparelli nous a en quelque sorte donné le mot de l'énigme des étoiles filantes, elle est restée muette sur les comètes elles-mêmes. C'est une question d'origine commune fort inopinément posée et merveilleusement résolue : les queues des comètes n'y sont pour rien. Quant au premier point, il faut, je crois, retenir de l'hypothèse de M. Tait cette idée très-heureuse, que la lumière propre du noyau peut provenir de simples chocs. Mais ici nous n'avons que faire des aérolithes : il suffit de considérer les innombrables particules de la tête que le Soleil repousse en arrière, et dont une certaine quantité va frapper, avec une vitesse déjà notable, les couches extérieures du noyau.

Enfin cette année même, M. Zœllner a repris la question des comètes. Cette fois il ne s'agit pas d'un pur effort d'imagination : M. Zœllner a suivi la voie tracée par Newton, Olbers, Bessel. Son travail peut se résumer ainsi : sans rien ajouter à ce qu'ont fait ses prédécesseurs sur la question astronomique, il adopte l'hypothèse d'Olbers sur la nature électrique de la force répulsive, et il l'appuie d'arguments nouveaux dont je vais indiquer le plus considérable. Il résulte des expériences de M. Hankel sur l'électri-

cité de notre atmosphère qu'un soir ordinaire, en rase campagne, entre Leipzig et Schœnefeld, la tension électrique des couches inférieures était capable d'imprimer à une petite sphère de 1 milligramme une accélération sept fois plus grande que celle de la chute des corps. D'après cela, dit M. Zœllner, si l'*atmosphère* du Soleil était terminée par une couche possédant seulement cette tension électrique qui paraît fort ordinaire sur terre, une petite sphère de 11 millimètres de diamètre et du poids de $0^{gr},001$, primitivement en contact avec cette couche, serait repoussée avec une telle énergie, qu'elle quitterait le Soleil et atteindrait déjà, vers la région de Mercure, une vitesse de 757 lieues par seconde.

» Abordons de suite le fond de la question et disons pourquoi j'ai cru devoir rejeter la séduisante hypothèse d'Olbers, bien avant que M. Zœllner s'occupât de cette théorie.

» On sait (on ne le savait pas du temps d'Olbers) qu'il existe entre l'électricité et la chaleur ou la lumière une différence fondamentale. Plus l'espace est vide et mieux la lumière et la chaleur s'y propagent, en sorte que les physiciens, ayant pensé qu'un milieu matériel est nécessaire, ont imaginé pour cela de remplir l'espace infini d'un éther expressément impondérable. Mais c'est de matière pondérable que l'électricité a besoin pour se manifester sous forme de courants ou de simple force attractive ou répulsive. Quand on opère dans un vide approché, on voit les phénomènes électriques s'altérer de plus en plus; ils cessent tout à fait, faute de matière suffisante, dans le vide le plus parfait qu'on puisse obtenir dans nos laboratoires.

» Ainsi, je le répète, il faut un milieu pondérable pour les actions électriques toutes spéciales dont il s'agit ici. Or nous avons vu que, si les espaces célestes sont sillonnés en tous sens par d'innombrables corpuscules, étoiles filantes, aérolithes, débris de queues de comète, et même, si l'on veut, hydrogène solaire, etc., ces petits amas de matière pondérable, parcourant autour du Soleil leurs orbites indépendantes, ne sauraient former un milieu continu comme l'air au sein duquel nous faisons agir l'électricité (1).

» Il y a là une impossibilité de fait dont il ne semble pas que M. Zœllner ait tenu compte.

---

(1) M. Zœllner n'a pas seulement son atmosphère solaire, mais aussi son milieu céleste pondérable. Heureusement il est aisé de voir que la densité de ce milieu, 10^{346} fois plus faible que celle de l'air, serait absolument insuffisante pour une fonction physique quelconque.

» Je n'aurais même pas cru devoir insister sur cette idée, malgré le mérite bien connu de l'auteur, si, dans ces derniers temps, notre savant confrère M. Becquerel ne lui avait donné quelque importance en cherchant à rattacher au Soleil notre propre électricité atmosphérique. M. Becquerel admet que la masse solaire émet incessamment de l'hydrogène qui se dissémine dans l'espace, emportant avec lui son électricité essentiellement positive, et la communiquant aux astres qu'il rencontre, sans pourtant se mêler à leurs atmosphères. Je n'ai point à discuter ces idées; je tiens seulement à montrer que les effluves hydrogénées du Soleil ne constitueraient pas un milieu continu capable de servir de véhicule aux attractions ou répulsions électriques. Repoussées du Soleil par l'électricité hypothétique de la chromosphère, ou mieux par la force répulsive de la photosphère, ces molécules seraient en outre animées de la vitesse de rotation; elles décriraient donc des branches d'hyperbole convexes vers le Soleil et divergeant vers toutes les parties de l'univers. Ainsi elles iraient, marchant isolément à grande vitesse, s'écartant de plus en plus l'une de l'autre, sans pouvoir exercer les réactions mutuelles qui constituent un gaz ou un milieu diélectrique.

» En résumé, j'espère que les physiciens anglais voudront bien accorder quelque attention à cette série de travaux et d'observations qui se rattache au *Livre des Principes*. Peut-être trouveront-ils aussi dans cette rapide esquisse, où je me suis efforcé de faire ressortir l'esprit de la vraie méthode newtonienne, quelques raisons nouvelles de se défier des hypothèses en vogue lorsqu'elles dérogent à la règle si sagement posée par Newton lui-même au début de son Livre, mais qu'il a si complétement sacrifiée à la fin. »

GÉOLOGIE. — *Gisement dans lequel la chaux phosphatée a été récemment découverte dans les départements de Tarn-et-Garonne et du Lot; par* **M. Daubrée.** (Extrait.)

« La chaux phosphatée, qui est devenue l'objet de recherches actives, à raison de sa grande importance pour l'agriculture, a été récemment découverte dans le sud de la France, et n'a pas tardé à y être mise en exploitation. Les circonstances générales dans lesquelles se présentent ces gîtes méritent d'être signalées; car elles jettent de la lumière sur la manière dont ont pu se produire des accumulations remarquables de phosphore à cer-

tains niveaux déterminés dans les terrains stratifiés, et en dehors de toute intervention de l'organisme animal. D'ailleurs la connaissance de ce nouveau mode de gisement peut conduire à des découvertes ultérieures dans d'autres localités.

» La première découverte remonte vers 1865, époque à laquelle M. Poumarède, en revenant du Mexique, où il était allé diriger des mines, vint se fixer à la Caussade, près de Caylux. Frappé de l'aspect de certaines pierres blanchâtres qu'il avait rencontrées sur le plateau de calcaire jurassique qui domine la petite ville de Caylux, il soupçonna qu'elles pouvaient ne pas consister en carbonate de chaux; en effet, l'examen qu'il en fit lui apprit qu'elles se composent presque entièrement de phosphate de chaux. Il cherchait à tirer parti de ce fait, lorsque la mort vint le frapper. Ce ne fut qu'au mois de décembre 1870 que la découverte fut réellement mise à profit. Dès cette époque, M. Ernest Jaille, d'Agen, et M. Maurice Poumarède firent extraire du phosphate et se mirent à la recherche d'autres gîtes.

» Bientôt, malgré la ressemblance qu'elle présente dans cette contrée avec diverses variétés communes de calcaire concrétionné, la chaux phosphatée fut reconnue sur divers points du département de Tarn-et-Garonne. Des explorateurs, dépourvus de notions minéralogiques, étaient simplement guidés par le *faciès* de la pierre qu'ils avaient observée attentivement. Sans recourir à aucune fouille, en se bornant à examiner les pierres éparses à la surface du sol et les murs qu'on élève au milieu des champs, moins pour servir de clôture que pour débarrasser le sol végétal de parasites, ils arrivèrent à distinguer sur différents points la nature du sous-sol qui se trahissait par ces indices. C'est ainsi qu'un meunier, qui était venu pour affaires à Caylux, se rappela immédiatement la ressemblance de certaines pierres qu'il avait remarquées dans le département du Lot, près de Cajarc, sur le plateau de Mas-Merlin, avec celles qu'il voyait rechercher si avidement. Son coup d'œil ne l'avait pas trompé, et la limite de cette série de gîtes se trouvait ainsi reportée à 40 kilomètres au nord du plus méridional d'entre eux.

» Ces découvertes, comme beaucoup d'autres non moins importantes, qui ont été faites dans les vingt dernières années, apprennent combien il importe de connaître exactement les divers aspects sous lesquels se présente chaque substance minérale utile, surtout lorsque, comme la chaux phosphatée, elle se laisse si facilement méconnaître à raison de l'absence de cristallisation et d'une compacité qui la fait ressembler aux roches les plus

communes. L'erreur est surtout facile lorsque des mélanges contribuent à masquer la substance, comme la glauconie dans les rognons du grès vert, ou la matière charbonneuse dans ceux du terrain houiller.

» Si la calamine, dont la forte densité était de nature à appeler l'attention, n'a été reconnue que récemment dans une localité comme la Sardaigne, où tant de mineurs avaient eu occasion de la voir, on conçoit que bien d'autres substances utiles que nous foulons chaque jour aux pieds, même dans les pays les mieux explorés, restent encore inaperçues.

» C'est surtout lorsqu'il s'agit de ces matières d'aspect insignifiant, que la connaissance du gisement fournit des indications utiles pour des explorations.

» On sait que la chaux phosphatée se rencontre dans de nombreux départements de la France, surtout dans sa région orientale. Elle se trouve sous forme de rognons et associée à des débris de coquilles, dans les couches qui appartiennent au terrain crétacé inférieur, particulièrement à celles du Gault.

» Les gîtes dont il s'agit sont dans des conditions très-différentes. Ils se présentent à la surface des plateaux jurassiques, qui occupent une place considérable dans cette région de la France, et qui se dessinent d'une manière très-pittoresque dans la fissure à pentes abruptes où coule le Lot, de même que l'Aveyron et le Tarn le font dans le voisinage. Les environs de Caylux et de Cajarc sont désignés sur la carte géologique de France comme appartenant à l'étage oolithique moyen (1); l'altitude moyenne de ces plateaux est de 320 à 380 mètres.

» La chaux phosphatée appartient ici à des variétés dépourvues de cristallisation, c'est-à-dire à celles qui ont été réunies sous le nom de *phosphorite*, pour les distinguer de l'apatite qui est cristallisée et qui est d'ailleurs caractérisée par une proportion atomique constante en chlore et fluor; le plus ordinairement elle est blanchâtre et pâle, quelquefois aussi colorée en gris, en jaune et en rouge.

» A part les masses compactes, comme la variété qu'on a désignée sous le nom d'*ostéolite*, cette chaux phosphatée offre fréquemment une structure concrétionnée très-caractéristique. Parfois ce sont des formes mamelonnées à couches concentriques, rappelant tout à fait les travertins que certaines sources incrustantes déposent dans leur bassin, ou encore l'albâtre

---

(1) *Explication de la Carte géologique*, t. II, p. 672 à 684.

calcaire, dite *onyx*, qui s'est produite autrefois, par exemple dans la province d'Oran, non loin de Tlemcen.

» Sur d'autres points, la chaux phosphatée rappelle tout à fait certaines agates, tant par la nuance que par la faible épaisseur des zones alternantes; sur un centimètre, on peut distinguer trente ou quarante de ces dépôts successifs. Il n'est pas rare que le phosphate possède l'éclat et même la nuance de certains quartz résinites (Pendaré, près Caylux et Concots, département du Lot).

Ailleurs, c'est sous forme de rognons que s'est déposée la chaux phosphatée, par exemple à Cos, près Caylux. Tantôt ces rognons sont pleins et avec une cassure fibreuse rappelant celle de l'aragonite; tantôt ils offrent des gerçures comme les rognons de fer carbonaté, connus depuis longtemps sous le nom de *septaria;* tantôt ces rognons sont creux, et alors ils peuvent être mammelonnés intérieurement ou contenir un noyau non adhérent, comme les rognons de minerai de fer désigné sous le nom d'*aétites*. Leur dimension varie ordinairement de un à plusieurs centimètres.

» Enfin, pour donner une idée de l'aspect dont la phosphorite se revêt fréquemment dans les gîtes, il convient d'ajouter que cette substance, par ses cavités irrégulières et cloisonnées et par sa cassure, ressemble beaucoup à la calamine de diverses localités.

» De l'oxyde noir de manganèse (pyrolusite) s'est parfois intercalé entre les zones successives de phosphate; il s'y étale surtout en nombreuses dendrites.

» Une analyse complète des principales variétés de la phosphorite qui nous occupe fait encore défaut. Il est cependant à remarquer que le chlore et le fluor, sans y être en quantité aussi grande que dans l'apatite, n'y manquent pas. L'un et l'autre corps, le fluor surtout, s'y décèlent lorsqu'on les traite en grand par l'acide sulfurique, ainsi qu'on le fait depuis peu de temps aux usines de Chaulny. Notre confrère M. Fremy, qui a remarqué ce fait, a aussi reconnu que de l'iode se dégage dans les mêmes conditions. C'est une circonstance très-digne d'intérêt; déjà la présence de l'iode a été signalée, non dans l'apatite proprement dite, mais dans des phosphorites analogues à celles-ci, notamment dans celles d'Amberg, en Bavière, et du Nassau (1). On considère ce corps comme s'y trouvant à l'état d'iodure de potassium.

---

(1) Par M. Meyer, dans la première, où le brome a été aussi reconnu par Reinsch; dans la seconde, par M. Petersen et par M. Fr. Sandberger.

» Quant aux formes sous lesquelles les masses de phosphate se sont enchâssées dans le calcaire jurassique, on peut en distinguer deux types principaux.

» Souvent le phosphate a rempli des cavités irrégulières ouvertes dans le calcaire; le diamètre de ces poches, qui peut être de quelques mètres seulement, est de 35 mètres à Cos.

» Ailleurs, ce sont des veines allongées, avec deux parois verticales sensiblement parallèles, abstraction faite de certains élargissements ou amincissements; elles offrent clairement la disposition de crevasses rectilignes qui ont été remplies. Toutefois, ces crevasses se distinguent des fissures ou failles qui, en se remplissant, ont donné lieu aux filons, parce qu'elles se retrécissent très-rapidement dans la profondeur, ou, en d'autres termes, elles s'évasent près de la surface. Par exemple, à Pendaré, l'une de ces crevasses offre à la surface une largeur de 3 à 6 mètres, ou, moyennement, de 3 mètres; déjà elle a été poursuivie sur plus de 90 mètres en ligne droite.

» Ces crevasses paraissent soumises à certaines prédominances dans leurs directions. En attendant qu'il soit possible de faire des observations sur un plus grand nombre d'entailles, je mentionnerai la direction E.N.E.-O.S.O. de Pendaré, et d'un certain nombre de veines de Mas-Merlin qui sont parallèles entre elles, et perpendiculairement auxquelles se dirige une autre série de veines. Le phosphate n'a pas le même aspect dans les veines de ces deux directions.

» Une association très-digne d'intérêt se montre dans plusieurs gîtes, notamment dans celui de Cos, près Caylux. Ce sont des grains sphéroïdaux de peroxyde de fer hydraté ou de limonite pisolithique, avec les caractères physiques qu'on lui connaît dans les gisements les plus répandus. Ces grains sont engagés dans du phosphate compacte ou terreux de teinte très-pâle.

» Les amas renferment aussi des parties argileuses, plus rarement du sable.

» Des cailloux de quartz laiteux et de quartzite, à formes parfaitement arrondies, se montrent non-seulement çà et là à la surface des plateaux, comme il arrive très-fréquemment, mais aussi dans la masse même des phosphates, au moins jusqu'à une certaine profondeur, constituant ainsi des poudingues à ciment de phosphate; le gite de Prajoux est à citer à cet égard.

» Contrairement à ce qui a lieu pour les phosphates disposés en couches

dans le terrain crétacé, on n'aperçoit pas ici de coquilles; mais on y rencontre assez fréquemment des ossements de divers vertébrés. Ceux que j'ai déjà pu soumettre à l'obligeant et habile examen de M. le professeur Gervais paraissent provenir de rhinocéros, de lagomys, de moschidé, de carnivore, de chauve-souris (?), d'oiseau et de tortue terrestre. D'après ces premiers indices, la faune paraîtrait se rapprocher dans son ensemble de celle de la Grive, près Bourgoin (Isère), et appartenir au terrain miocène.

» Le mode général de formation de ces gîtes paraît ressortir assez clairement des caractères qui viennent d'être signalés.

» D'abord, d'après la manière nette dont les parois du calcaire jurassique ont été découpées, et dont elles se séparent des masses de phosphates, on ne peut douter que ces gîtes ne résultent d'un remplissage de cavités de configurations variées, poches, crevasses ou boyaux, cavités qui avaient été préalablement produites dans le calcaire jurassique depuis sa complète consolidation.

» De plus, il suffit de voir, même sur de petits échantillons, la fréquence de formes évidemment concrétionnées pour reconnaître des dépôts formés par les eaux. On y trouve, en effet, tous les accidents de structure qui se produisent journellement encore dans des incrustations de carbonate de chaux, y compris les pisolithes ou dragées. A Mas-Merlin les dépôts se sont appliqués successivement sur les deux parois verticales de la crevasse avec la même régularité que dans les types classiques de filons rubanés.

» Les effets de corrosions que présentent les parois calcaires, ainsi que les blocs arrondis qui, après en avoir été détachés, ont été dispersés dans l'intérieur des masses phosphatées, dénoncent d'ailleurs la présence d'un liquide qui pouvait attaquer le calcaire ou le réduire en une masse pulvérulente comme de la farine.

» C'est donc à des sources minérales que l'on doit attribuer cette abondante précipitation de phosphorite. La présence très-probable de l'acide carbonique dans ces sources contribuait à en augmenter le pouvoir dissolvant.

» Les ossements d'animaux qu'on y rencontre paraissent avoir été apportés du voisinage dans les petits bassins où se faisait ce dépôt de phosphate, de même que les galets, dans des circonstances qu'il est facile de se représenter. Leur présence ne prouve donc aucunement que l'eau des bassins constituât un milieu propre à la vie.

» Quant à l'époque où le phénomène s'est produit, elle est nécessairement postérieure au calcaire jurassique moyen qui supporte les gîtes. D'un autre côté, la nature des animaux vertébrés, dont les ossements se rencontrent, fournit une limite supérieure de cette date. Cette donnée est complétée par les cailloux quartzeux déposés très-probablement à l'époque tertiaire sur les plateaux, qui paraissent avoir été empâtés, de même que les ossements, dans le phosphate, avant que le dépôt en fût complétement arrêté. Par leur âge, les dépôts dont il s'agit appartiennent donc à la période crétacée ou à la période tertiaire; la présence des débris d'animaux et des cailloux, ainsi que leur association au minerai de fer pisolithique, annoncent en tout cas que le phénomène a au moins duré pendant une partie de cette dernière période.

» Des dépôts de cette nature sont déjà connus dans les communes de Caylux, Servanac, Mouillac et de Montricoux (département de Tarn-et-Garonne), de Bach, Escamps, Concots, Saint-Projet, Saillac, Saint-Jean-de-Laur, Cajarc, Larnagol, Gréalou (département du Lot). Le groupe est donc déjà constaté sur une longueur de plus de 40 kilomètres, du nord au sud, et de 7 à 8 kilomètres de l'est à l'ouest.

» Parmi les gîtes de phosphate connus dans d'autres contrées et qui offrent de l'analogie avec ceux qui nous occupent, je citerai ceux de Nassau qui reposent sur le calcaire dévonien (à Stringocéphales), de même que les riches dépôts de minerai de manganèse et de fer de la même contrée, auxquels la phosphorite est associée (1). Il en est de même de ceux qui ont été découverts en Belgique, dans l'arrondissement de Verviers (2). Dans ces diverses localités, les dépôts de phosphates sont plus récents aussi que les roches qui les encaissent. La ressemblance s'applique particulièrement à ceux des environs d'Amberg, en Bavière, qui sont superposés au calcaire jurassique inférieur (Dogger), à proximité d'un dépôt de limonite, et paraissent tertiaires (3). La présence de l'iode dans ces divers dépôts s'ajoute aux analogies de gisement et d'aspect.

» A part la présence de pisolithes de fer oxydé hydraté au milieu du

---

(1) STEIN : *Ueber das Vorkommen von Phosphorsauren Kalk in den Lahn und Dillgegend* (*Zeitschrift fur das Berg hütten und Salinen Wesen*), t. XVI, 1868.

(2) Notice sur la découverte et la mise en exploitation de nouveaux gisements de chaux phosphates. (*Annales des Mines*, 6e série, t. XIII, p. 76-78; 1868).

(3) GÜMBEL : *Sitzungsberichte der K. bayerischen Akad. der Wissenschaften*, 1864, t. II, p. 325.

phosphate, je rappellerai qu'on a découvert à Montricoux un amas de phosphorite qui est situé seulement à 600 mètres de plusieurs gîtes de minerai de fer qui ont été autrefois exploités pour les forges de Bruniquel.

» Ces associations suffiraient pour motiver un rapprochement entre le mode de dépôt du phosphate de chaux et du peroxyde de fer hydraté, malgré leur différence de nature.

» Mais si l'on considère d'une manière générale les gîtes de minerai pisolithique connus dans diverses parties de la France, on constate également des analogies frappantes pour la configuration générale et pour le mode probable de formation. Ainsi ceux des environs d'Aumetz et de Saint-Pancré, en Lorraine, présentent, outre des cavités en entonnoir, des séries de crevasses alignées parallèlement entre elles et disposées d'une manière toute semblable. Des cailloux quartzeux sont empâtés par le minerai, comme par le phosphate, par exemple, à Arry, près de Pont-à-Mousson, dans des amas qui ont été l'objet de recherches, il y a une quinzaine d'années.

» Les rapprochements qui viennent d'être établis montrent suffisamment dans quelles conditions géologiques il convient de rechercher les gîtes de phosphate appartenant au type de gisement qui nous occupe.

» A ce sujet, il n'est pas inutile de rappeler l'une des circonstances où Berthier a découvert avec tant de perspicacité le phosphate dans des nodules ferrugineux qui, aux environs de Saint-Thibault (Côte-d'Or), sont superposés aux couches du lias (1).

» Il est aussi des gîtes de manganèse qui offrent la même disposition : tels sont ceux situés dans une partie de l'arrondissement de Grasse (département des Alpes-Maritimes), par exemple près de Roquefort. Le minerai y remplit en effet une série de crevasses, le plus souvent verticales, à parois corrodées, dans des couches calcaires qu'on rapporte à l'étage néocomien; il est accompagné de quartz cristallin et de jaspe.

» Il serait facile encore d'étendre cette ressemblance à d'autres gîtes métallifères, particulièrement à ceux de zinc ou de calamine, qui ont rempli des poches dans des roches calcaires ou dolomitiques de divers âges, quelquefois jurassiques ou crétacés, particulièrement dans les Asturies, aux environs de Santander. Dans cette contrée, le silicate de zinc se présente parfois même avec une structure globulaire de sorte qu'on le distingue difficilement des dépôts de même structure, mais formés de carbonate

---

(1) *Annales des Mines*, t. IV, 2e série.

de chaux, que produisent les sources thermales de Carlsbad en Bohême, ou de Hamman-Meskoutin en Algérie.

» Enfin, comme gîtes formés dans des conditions analogues, on peut citer également les gîtes d'hydrate d'alumine ou bauxite, reconnus maintenant en beaucoup de parties de la France méridionale, et qui le plus souvent sont superposés à l'étage néocomien.

» Comme on l'a vu, ces gîtes de phosphates s'amincissent très-rapidement dans la profondeur, où ils se terminent par de simples fissures. Ce fait n'intéresse pas moins la pratique que la théorie. Il apprend, en effet, à ceux qui veulent exploiter ce genre de gîtes à se mettre en garde contre les illusions qu'a déjà fait naître leur épanouissement aux abords de la surface. Il ne faut pas oublier non plus que les principaux amas rencontrés jusqu'à présent dans ce groupe qui s'étend sur plus de 300 kilomètres carrés, n'occupent chacun qu'une surface assez restreinte. A raison de ces deux circonstances, beaucoup de ces gîtes paraissent devoir être bientôt épuisés. C'est un motif de plus pour rechercher d'autres membres de la même famille. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse des bases alcalines et des sulfates alcalins* (suite); *par* **M. P.-A. Favre.**

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, il y a quelques semaines, sous ce même titre (1), j'ai été conduit à reconnaître que la pile employée (*pile composée de cinq couples de Smée*) ne peut opérer la séparation du métal des alcalis et sulfates alcalins qu'en raison de l'addition d'énergie que met en jeu l'oxydation même de ce métal, et que cette oxydation constitue un phénomène *synélectrolytique*.

» Pour mettre hors de doute l'exactitude de cette conclusion, j'ai entrepris de nouvelles expériences dans des conditions telles, que la décomposition *immédiate* de l'eau par la majeure partie du métal mis en liberté ne puisse plus avoir lieu. Ces conditions sont les suivantes.

» Mon nouveau calorimètre à mercure de grandes dimensions (qui peut recevoir dans ses onze mouffles dix couples et un thermorhéostat) n'étant pas encore complétement installé, j'ai dû opérer avec celui qui m'a presque exclusivement servi jusqu'à ce jour. Mais l'énergie voltaïque de la pile de cinq couples de Smée (que ce dernier calorimètre peut recevoir et qui est

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 767.

représentée par 75000 calories environ) n'est pas suffisante pour opérer l'électrolyse, lorsque le métal qui s'en sépare ne peut plus se combiner par voie *synélectrolytique* à l'oxygène de l'eau décomposée, et renforcer ainsi cette énergie. En conséquence, il a fallu disposer, hors du calorimètre, des couples de renfort, exactement semblables à ceux de la pile, et, dans une première série d'expériences, augmenter d'autant la puissance du thermorhéostat placé à l'intérieur, afin de rendre négligeable la résistance physique de ces couples (1).

» Dans une seconde série d'expériences, le thermorhéostat précité a été remplacé par deux thermorhéostats, dont l'un occupait l'intérieur du calorimètre, tandis que l'autre était placé au dehors. La résistance de ces deux thermorhéostats pris ensemble était égale à celle du thermorhéostat unique employé précédemment, et la résistance de chacun d'eux était proportionnelle au nombre des couples intérieurs et des couples extérieurs qui leur correspondaient.

» Enfin dans la troisième série d'expériences, le thermorhéostat a été supprimé.

» A l'aide d'un calcul très-simple, il était facile de faire la part de chaleur mise en jeu dans la partie extérieure du circuit (qui devait être ajoutée à celle qui restait confinée dans la partie intérieure de ce circuit) pour avoir la quantité de chaleur qui aurait été recueillie et accusée par le calomètre, si celui-ci avait renfermé la totalité des couples employés.

» Dans la première série d'expériences, cette quantité est représentée par le nombre de calories recueillies par le calorimètre pour 1 équivalent de zinc attaqué, augmentée de $\frac{4500^{\text{cal}}}{C} \times c$.

» Dans la seconde série d'expériences, cette quantité est représentée

---

(1) Si l'on veut bien se rappeler comment on calcule l'emprunt de chaleur que le voltamètre fait à la pile pour l'électrolyse, on comprendra facilement combien il importe de s'opposer à l'électrolyse du sulfate de zinc qui prend naissance dans les couples non cloisonnés, placés hors du voltamètre. Pour cela, il faut ralentir autant que possible la marche des opérations et renouveler sans cesse l'acide de ces couples. Dans ces conditions, l'électrolyse du sulfate de zinc n'est plus à craindre.

Lorsque, dans l'expérience inverse, les couples sont tous placés hors du calorimètre qui renferme le voltamètre, l'accident que je viens de signaler n'offre plus la même gravité.

Il eût été sans doute préférable de remplacer les couples ordinaires par des couples cloisonnés; mais je n'avais pas à ma disposition les lames de platine nécessaires, et l'investissement de Paris me mettait dans l'impossibilité de me les procurer.

par le nombre de calories recueillies par le calorimètre, augmentée de $\frac{A}{5} \times c$ (1).

» Enfin, dans la troisième série d'expériences, cette quantité est représentée par le nombre de calories versées dans le calorimètre, augmentée, comme précédemment, de $\frac{A}{5} \times c$. Il faut encore y ajouter le nombre calculé qui exprime la quantité de chaleur empruntée à la pile pour vaincre la résistance physique du voltamètre.

» Pour éviter la décomposition *synélectrolytique* de l'eau par la majeure partie du métal mis en liberté dans l'électrolyse des bases alcalines et de leurs sulfates, j'ai employé l'artifice bien simple que je vais signaler.

» Dans le vase extérieur du voltamètre à cloison, on introduisait la dissolution aqueuse du sel ou de l'alcali, puis on remplissait de mercure le vase poreux intérieur, après son imbibition préalable par la même dissolution. Celle-ci se trouvait ainsi en contact avec le mercure dans lequel plongeait l'extrémité de l'un des rhéophores terminée par un gros fil de platine. Le compartiment extérieur recevait l'extrémité de l'autre rhéophore terminée par une large feuille de platine qui embrassait complétement le vase poreux et constituait l'électrode positive. En raison de cette disposition, le métal alcalin, mis en liberté à l'électrode négative, pouvait s'amalgamer avec le mercure.

» Le voltamètre étant ainsi disposé, voici ce qui pouvait se produire.

» En employant cinq couples seulement, l'amalgamation du métal alcalin n'était pas possible; car, pour que l'électrolyse pût se produire dans ces conditions, il aurait fallu que le métal alcalin, mis en liberté, renforçât l'énergie de la pile en se combinant immédiatement à l'oxygène de l'eau décomposée [*voir* ma première Communication sur le même sujet (2)]; aussi, lorsqu'on opérait avec un nombre aussi limité de couples, les expériences marchaient avec une grande lenteur, et le mercure n'augmentait pas de volume dans l'électrolyse de l'ammoniaque et de son sulfate.

» Les choses ne se sont plus passées de la même manière lorsque l'éner-

---

(1) Le nombre 4500 exprime, en calories, la quantité de chaleur qui, pour 1 équivalent de zinc attaqué par l'acide sulfurique étendu, n'est pas transmissible au circuit; C exprime le nombre de couples employés, et c le nombre de couples placés hors du calorimètre. A exprime le nombre de calories recueillies et accusées par le calorimètre pour 1 équivalent de zinc attaqué dans les couples.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 767.

gie voltaïque de la pile a été remplacée par un nombre suffisant de couples additionnels. Dans ce cas, la quantité de chaleur empruntée par le voltamètre et dépensée pendant l'électrolyse a été beaucoup plus grande, et le mercure de l'électrode négative s'est chargé d'une forte proportion de métal alcalin. Ainsi, dans l'électrolyse de l'ammoniaque et du sulfate d'ammoniaque, le volume du mercure a considérablement augmenté. Le métal alcalin, ainsi fixé par le mercure, s'oxydait bien, peu à peu, en décomposant l'eau en contact; mais cette oxydation, postérieure à l'électrolyse (*phénomène méta-électrolytique*), ne pouvait plus renforcer l'énergie voltaïque de la pile.

» Il faut cependant reconnaître qu'une certaine quantité du métal alcalin, qui se sépare, échappe à l'amalgamation et s'oxyde *immédiatement* au contact de l'eau, puisque la quantité de chaleur empruntée par le voltamètre pour électrolyser les bases alcalines et leurs sulfates a été constamment inférieure à ce qu'elle aurait dû être si le métal produit avait pu être complétement préservé de l'action immédiate de l'eau. C'est ce qui ressort de l'examen du tableau suivant, où sont inscrits en moyennes les résultats des expériences lorsque le voltamètre et les couples de renfort étaient placés hors du calorimètre qui contenait la pile et le thermorhéostat.

CORPS soumis à l'électrolyse,	COUPLES de renfort.	CHALEUR empruntée à la pile pour électriser 1 équivalent des corps mis en expérience.	VOLUME d'hydrogène dégagé dans chaque couple en 35 minutes.	ANGLE (1).	OBSERVATIONS.
Sulfate de sodium...	2	92883^{cal}	96,0	0,80	
» de potassium.	2	90160	75,0	0,65	
» d'ammonium.	2	88942	91,0	0,75	En opérant avec 5 couples seulement, le vol. d'hydrogène dégagé dans chaque couple a été de 48 divisions en 140 minutes.
Oxyde de sodium....	1	77586	70,5	0,65	En opérant avec 5 couples seulement, le vol. d'hydrogène dégagé dans chaque couple a été de 62 divisions en 80 minutes.
» de potassium..	1	76206	79,5	0,70	
« d'ammonium..	2	93975	68,0	0,60	
	3	94072	91,0	0,75	

» J'ai pensé qu'il était inutile d'opérer avec un plus grand nombre de

(1) Les angles de déviation à la boussole n'ont pas été mesurés avec une rigoureuse exactitude, parce qu'il suffisait de connaître approximativement la résistance des thermorhéostats.

couples de renfort, parce que la nature du phénomène paraissait nettement établie. En effet, il me semblait démontré que les oxydes et les sels alcalins soumis à l'électrolyse se décomposent en abandonnant leur métal, et que celui-ci, *en s'oxydant immédiatement* aux dépens de l'oxygène de l'eau, met en jeu une certaine quantité de chaleur qui renforce l'énergie voltaïque de la pile. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur une Idocrase d'Arendal en Norwége;* *par* **M. A. Damour.**

« On a classé dans les collections de minéraux, sous les noms de *grenat résinite,* de *colophonite*, un minéral jaune orangé ou brun de colophane, plus ou moins translucide, en grains de diverses grosseurs, agglomérés, à facettes irrégulières et déprimées. M. Fizeau ayant soumis cette substance minérale aux expériences qu'il a entreprises sur le coefficient de dilatation des corps solides, a reconnu qu'elle présentait des caractères physiques très-distincts de ceux que montrent les grenats, et m'a demandé d'en faire l'analyse : je vais rendre compte des résultats que j'ai obtenus.

» L'échantillon qui m'a été remis par M. Fizeau provient d'Arendal en Norwége : il est en grains arrondis, lisses à la surface, de couleur jaune brunâtre, plus ou moins transparents et vitreux dans la cassure. Ils sont engagés dans un calcaire cristallin dont on les sépare aisément à l'aide d'un acide. Ces grains étant dépourvus de facettes régulières, on n'a pu déterminer leur type cristallin qu'à l'aide des caractères optiques : ces caractères sont identiques à ceux qu'on observe sur l'Idocrase (prisme droit à base carrée).

» Ce minéral raye le feldspath : sa densité = 3,44.

» Chauffé à la flamme du chalumeau, il fond avec bouillonnement, en un vert brun olivâtre.

1 gramme du minéral chauffé dans un creuset en platine, à la température du rouge-blanc, s'est boursouflé, puis a fondu en un verre brun, en laissant dégager $0^{gr},0258$ de matières volatiles dont la majeure partie se composait de vapeurs aqueuses.

» La masse fondue et pulvérisée se laisse attaquer aisément par les acides chlorhydrique et nitrique dilués, et se convertit en une gelée transparente.

» L'analyse a été faite en attaquant par l'acide nitrique le minéral préalablement fondu et séparant les diverses substances qui le composent, sui-

vant la méthode que M. H. Sainte-Claire Deville a recommandée pour déterminer la composition des silicates.

» J'ai trouvé que ce minéral contient les proportions suivantes :

Silice	0,3632		0,1937	5
Alumine	0,1670		0,0778	2
Chaux	0,3486	0,0996	0,1193	3
Oxyde ferreux	0,0620	0,0137		
Oxyde manganeux	0,0140	0,0031		
Magnésie	0,0073	0,0029		
Eau et matière volatilisée	0,0258			
	0,9879			

» Cette composition, exprimée par la formule

$$18(\dot{C}a, \dot{F}, \dot{M}n, \dot{M}g) + 4\ddot{\ddot{A}}l + 15\ddot{S}i,$$

se rapporte bien à celle que les plus récentes analyses ont assignée à l'Idocrase. Les caractères physiques s'accordant ainsi avec ceux que fournit l'examen chimique, il y a donc lieu de rapporter à l'espèce Idocrase, le minéral de Norwége que l'on avait classé, jusqu'à ce jour, parmi les grenats. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse d'un grenat du Mexique;* *par* **M. A. Damour.**

« Ce grenat a été envoyé par M. del Castillo à M. Daubrée, qui m'a prié d'en faire l'examen. Il provient du Rancho de San-Juan au Mexique, où on le trouve disséminé dans un calcaire cristallin. Il est cristallisé en dodécaèdre à faces rhomboïdales; sa couleur est le rose pâle; ses fragments sont translucides. Il raye le quartz; sa densité = 3,57.

» A la flamme du chalumeau, il fond aisément en un verre jaune brunâtre demi-transparent; fondu avec le borax, au feu de réduction, il se dissout et donne un verre incolore; l'addition d'une parcelle de nitre y fait apparaître une teinte violacée indiquant la présence du manganèse.

» Réduit en poudre fine, il est lentement attaqué par les acides; mais lorsqu'il a été préalablement fondu à la température du rouge-blanc, l'attaque par les acides s'opère avec facilité, et la matière se convertit en une gelée transparente.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

Silice	0,3946		0,2104	2
Aluminium	0,2169	0,1010	0,1050	1
Oxyde ferrique	0,0136	0,0040		
Chaux	0,3575	0,1021	0,1068	1
Magnésie	0,0067	0,0026		
Oxyde manganeux	0,0096	0,0021		
Matière volatilisée	0,0040			
	1,0029			

» La composition de ce minéral montre qu'il appartient à la famille des grenats et qu'il doit être classé parmi les grossulaires (grenats à base de chaux).

» Dans le même gisement, on rencontre des grenats blancs; ces derniers, fondus à la flamme du chalumeau, avec le borax et une parcelle de nitre, donnent, au même degré que le grenat rose, la réaction du manganèse. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Goodmann adresse un Mémoire portant pour titre : « De l'albumine et de sa transformation en fibrine par l'action de l'eau ».

(Commissaires : MM. Wurtz, Robin.)

M. L. Mignot adresse une Lettre concernant une réclamation de priorité au sujet du procédé de peinture au silicate de potasse sur zinc, communiqué à l'Académie par M. *Artus*, au nom de la Société de la Vieille-Montagne.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Des « Études sur le tracé des roues hydrauliques à aubes courbes de M. le général Poncelet », par M. le général *Didion;*

2° Un ouvrage de Mgr *Meignan*, portant pour titre « Le Monde et l'homme primitif selon la Bible »;

3° Un ouvrage de M. l'abbé *Ed. Lambert*, intitulé « Le Déluge mosaïque, l'histoire et la géologie »;

4° Un Mémoire de M. *Edlund*, portant pour titre « Recherches sur la force électromotrice dans le contact des métaux et sur la modification de cette force par la chaleur ».

Les conclusions auxquelles est conduit l'auteur de ce dernier Mémoire sont les suivantes :

« 1° Telle qu'elle a été établie par des expériences électroscopiques, la série des tensions électriques, pour les métaux, ne présente pas de relation immédiate avec les forces électromotrices au contact : il est donc impossible de déterminer, d'après cette série, la grandeur ou la nature de ces forces.

» 2° L'ordre respectif entre les métaux est parfaitement identique dans la série électromotrice et dans la série thermo-électrique.

» 3° La force de contact électromotrice, pour les onze combinaisons métalliques expérimentées, a augmenté avec la température, quand la température ne dépassait pas 30 degrés.

» 4° Les forces thermo-électriques qui correspondent à une variation déterminée de température, dans des combinaisons métalliques différentes, ne sont pas proportionnelles aux forces électromotrices de ces combinaisons.

» 5° Si, à l'aide du deuxième principe fondamental de la théorie mécanique de la chaleur, on calcule les modifications que subissent les forces de contact électromotrices, par suite de l'augmentation de température, on obtient des résultats qui ne concordent pas avec l'expérience. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète (103) Héra.* Note de **M. G. Leveau**, présentée par M. Delaunay.

« La planète (103) Héra a été découverte par M. Watson à Ann-Arbor, dans la nuit du 7 Septembre 1868. Elle a été assez fréquemment observée à l'époque de sa découverte, mais peu dans les deux oppositions suivantes. En comparant les observations de cette planète aux éphémérides que j'en ai publiées annuellement, j'ai formé les positions normales suivantes (ascension droite et déclinaison), qui sont toutes ramenées à une même origine, l'équinoxe et l'équateur moyens de 1870, 0 :

Temps moyen de Berlin.	α_0	$\mathcal{D}_0$	Nombre d'observations.
1868 Sept. 12,0	4°.52′.13″,7	— 4°.18′.21″,5	6
Oct. 14,0	358.58.20,7	— 7.32.36,4	5
Nov. 16,0	357.14.41,1	— 7.50.12,5	15
Déc. 15,0	0.57.21,3	— 5.33.26,0	4
1869 Janv. 13,0	8. 9.42,1	— 1.50.39,9	2
Fév. 6,31145	15.53.48,9	+ 1.49. 5,1	1
1870 Janv. 28,5	100.53.13,1	+19.33.11,0	4
1871 Avril 18,5	190.26.38,6	+ 3.10.16,7	7
			135..

» Après avoir dégagé des observations les perturbations produites par Jupiter et Saturne, j'ai établi des équations différentielles dont la résolution m'a conduit aux éléments suivants :

Éléments osculateurs de la planète (103) Héra pour le 28 Septembre 1868, midi moyen de Berlin.

Anomalie moyenne........................	$M_0 = 33°.29'.46'',6$	
Longitude du périhélie..................	$\pi = 322.50.50,6$	équinoxe et éclipt.
Longitude du nœud ascendant............	$\Omega = 136.16.12,7$	moyens 1870, o.
Inclinaison...............................	$i = 5.24.\ 1,8$	
Angle (sin = excentricité)................	$\varphi = 4.35.18,2$	
Moyen mouvement héliocentrique diurne ...	$\mu = 798'',0188$	
	$\log a = 0,4319957$	

» En comparant les positions déduites de ces éléments aux positions normales adoptées on obtient les résultats ci-dessous :

Dates.		α_c	Perturbation par ♃ et ♄	α'_c	$\alpha_o - \alpha'_c$
1868	Sept. 12,0.........	4°.52'.16'',4	+0'. 0'',2	4°.52'.16'',6	−2'',9
	Oct. 14,0.........	358.58.19,0	+0. 0,2	358.58.19,2	+1,5
	Nov. 16,0.........	357.14.37,9	+0. 1,5	357.14.39,4	+1,7
	Déc. 15,0.........	0.57.19,0	+0. 2,4	0.57.21,4	−0,1
1869	Janv. 13,0.........	8. 9.36,0	+0. 1,6	8. 9.37,6	+4,5
	Fév. 6,31145.....	15.53.48,4	−0. 1,1	15.53.47,3	+1,6
1870	Janv. 28,5.........	100.59.34,7	−6.18,4	100.53.16,3	−3,2
1871	Avril 18,5.........	190.25.47,4	+0.52,0	190.26.39,4	−0,8

Dates.		$\mathcal{D}_c$	Perturbation par ♃ et ♄	$\mathcal{D}'_c$	$\mathcal{D}_o - \mathcal{D}'_c$
1868	Sept. 12,0.......	− 4°.18'.18'',7	+ 0'',2	− 4°.18'.18'',5	−3'',0
	Oct. 14,0.......	− 7.32.36,0	+ 0,2	− 7.32.35,8	−0,6
	Nov. 16,0.......	− 7.50.14,0	+ 1,4	− 7.50.12,6	+0,1
	Déc. 15,0.......	− 5.33.28,5	+ 2,6	− 5.33.25,9	−0,1
1869	Janv. 13,0.......	− 1.50.49,0	+ 3,1	− 1.50.45,9	+6,0
	Fév. 6,31145...	+ 1.49. 9,0	+ 2,6	+ 1.49.11,6	−6,5
1870	Janv. 28,5.......	+ 19.32.33,5	+36,6	+ 19.33.10,1	+0,9
1871	Avril 18,5.......	+ 3. 9.37,7	+39,9	+ 3.10.17,6	−0,9

» Une discussion approfondie des observations sera faite lorsque les coordonnées d'un certain nombre d'étoiles de comparaison auront été observées à l'Observatoire de Paris; et en joignant, aux observations déjà

faites, celles de l'opposition prochaine, on obtiendra une orbite définitive de la planète.

» A l'aide des éléments ci-dessus et des perturbations produites par Jupiter et Saturne, M. Bossert a calculé une éphéméride pour l'opposition de 1872. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur les usages de la dynamite; par* **M. Barbe.**

« La dynamite, inventée par M. A. Nobel, ingénieur suédois, est employée en grandes quantités depuis plusieurs années en Autriche, en Prusse, en Suède, en Norwége, en Belgique, en Angleterre, dans l'Amérique entière et jusqu'en Australie. Ce corps explosif, dont la base est la nitroglycérine, présente l'énergie de cette huile explosible sans en conserver les dangers.

» Malgré le rapide développement de la fabrication de la dynamite et les avantages que l'on retirait de son application au point de vue des travaux des mines, cette nouvelle poudre restait à peu près inconnue en France lorsque éclata la guerre avec la Prusse. Le Comité scientifique de défense établi à Paris auprès du Ministère de l'Instruction publique approuva en principe l'emploi de la dynamite à la défense de la ville assiégée, et le Comité d'armement ressortissant du Ministère des Travaux publics reçut mission d'établir à Paris une fabrication de poudre Nobel.

» A la fin de novembre, deux fabriques fonctionnèrent à Paris, produisant par jour environ 300 kilogrammes de dynamite d'une qualité assez satisfaisante. Pendant les mois de décembre et de janvier, diverses applications militaires furent faites au plateau d'Avron, au Drancy, à Buzenval et en divers autres lieux.

» En même temps, le Comité d'étude des moyens de défense siégeant à Tours songeait à se servir de la dynamite. Il chercha à la tirer de l'étranger. Les obstacles créés par l'état de guerre empêchèrent la réussite de ces projets, et ce ne fut qu'en octobre que la Délégation du gouvernement de la défense nationale put créer une fabrique de dynamite en province.

» Elle fut construite dans l'extrême midi de la France, sur les bords de la Méditerranée, à Paulille, près de Port-Vendres (Pyrénées-Orientales). Dès la fin de novembre, elle put satisfaire aux besoins de l'armée, et les troupes du génie furent dotées d'un puissant moyen d'action.

» Depuis cette époque, la fabrique fonctionne régulièrement; elle est devenue maintenant une entreprise uniquement industrielle. On y prépare environ 15000 kilogrammes de dynamite par mois, pour faire face aux

demandes du Ministère de la Guerre et du Commerce. Le poids total des produits fabriqués jusqu'à ce jour dépasse 80 000 kilogrammes.

» Les exploitants des mines, les entrepreneurs des tunnels et des travaux sous-marins en France, en Italie, en Espagne, en Afrique, sont les consommateurs ordinaires de la fabrique de Paulille. Celle-ci a même fait une expédition au Mexique. Ces consommateurs trouvent avantage à l'employer par les mêmes motifs qui ont conduit les exploitants et les entrepreneurs des autres pays à en faire l'application. Sa grande vivacité d'action, sa propriété de détoner sous l'eau la rendent particulièrement précieuse dans l'exploitation des roches très-dures ou fissurées, dans les travaux en terrains aquifères.

» Plusieurs fois déjà, des chantiers où la roche était trop dure ou trop humide pour être travaillée à la poudre ordinaire, où l'avancement était à des chiffres tellement bas, que le mineur désespérait, ou que la dépense de main-d'œuvre était hors de proportion avec le résultat acquis, ont pu être avantageusement repris à l'aide de la dynamite.

» On a eu récemment, dans les travaux du chemin de fer du Midi, confiés à la haute direction de M. Chauvizé, ingénieur en chef à Beziers, un exemple très-frappant de cette supériorité.

» Le tunnel de Saint-Xist, sur la ligne en construction de Montpellier à Rodez, fut attaqué, pour aller plus vite, par cinq puits verticaux et à chacune de ses extrémités : ce tunnel est creusé dans le calcaire jurassique dur. La roche devint en peu de temps tellement aquifère, qu'avec l'emploi de la poudre et des méthodes ordinaires, ni les puits, ni les galeries n'avançaient; pendant ce temps, le reste de la ligne se terminait, et l'on pouvait prévoir l'instant où son ouverture serait retardée par l'inachèvement de cet important travail. Alors on adopta l'emploi de la dynamite. Dès que les ouvriers eurent acquis quelque expérience, sous la direction de leurs ingénieurs, les avancements s'élevèrent à $0^m,30$ par jour dans les puits en fonçage, et $1^m,30$ dans les galeries en percement. Dernièrement, par suite de l'encombrement de nos voies ferrées, une livraison considérable de poudre Nobel se fit attendre quelques semaines : on fut réduit à continuer les travaux à la poudre ordinaire. Aussitôt les avancements retombèrent à $0^m,8$ dans le fonçage des puits, et $0^m,30$ dans le percement des galeries, en y employant le même personnel. Ce fait démontre les importants avantages qu'on pourra retirer désormais dans des cas analogues, et qui profiteront tout à la fois et aux entrepreneurs et à l'État.

« L'intérêt des sommes dépensées s'ajoute chaque jour au compte de

premier établissement : la Compagnie du Midi a donc hâte de terminer son travail. L'intérêt public est engagé aussi, tant à cause de l'utilité du chemin de fer, que par la garantie d'intérêt assurée par l'État sur tout le capital dépensé pour la construction de la ligne.

» Dans les tranchées et les tunnels de Cerbère, sur la section de Port-Vendres à la frontière espagnole, à travers les schistes des Albères, l'entrepreneur, sur le vu des résultats des sondages entrepris avant l'adjudication par les ingénieurs de la Compagnie, avait consenti, sur les prix de base de l'adjudication, un rabais considérable. Ayant rencontré des roches plus dures, plus fissurées et d'un travail plus difficile que ne le faisaient penser les sondages, il fut sur le point d'abandonner l'œuvre en demandant des indemnités, lorsque l'emploi de la dynamite lui permit de continuer avec des avancements plus rapides et une économie de main-d'œuvre.

» C'est surtout par la réduction de la main-d'œuvre que se manifeste l'avantage de la dynamite. Les trous de mine sont d'un calibre plus petit, tout en prenant plus de roche en profondeur. Or on sait que le forage des trous de mine constitue, lorsque la roche est dure, la partie la plus longue du travail. On dépense toujours autant et plus d'argent pour l'achat de la dynamite que pour la quantité de poudre correspondante; mais la main-d'œuvre est assez diminuée pour constituer, en résumé, une diminution de la dépense totale, et surtout pour permettre un plus rapide avancement.

» Mais la dynamite, qui coûte deux fois plus cher que la poudre ordinaire, perd de ses avantages quand la roche n'est pas dure, crevassée ou aquifère. La poudre ordinaire convient mieux dans ces cas, et donne plus d'économie; aussi est-il arrivé, dans les exploitations les plus nombreuses en France, c'est-à-dire dans les roches sèches, moyennement dures ou tendres, que l'on n'a pas obtenu tous les avantages que l'on avait espéré retirer de l'emploi de la dynamite.

» C'est donc à tort que quelques personnes ont pu croire que la dynamite remplacerait la poudre de mine. Il n'en est rien, et le contraire est arrivé en Allemagne, où la consommation de la poudre a augmenté depuis que l'on y fabrique de la dynamite. On conçoit, en effet, que, si un exploitant trouve moyen de percer plus vite tel puits ou telle galerie de recherche, dont il ne pouvait sortir, ce n'est pas d'ordinaire par des réductions de personnel qu'il songera à réaliser l'économie que la poudre vive lui aura procurée; il conservera, au contraire, ses moyens d'action, si même il ne les développe, et les portera sur les nouveaux chantiers que le travail terminé lui a permis d'ouvrir. Et, si les conditions exceptionnelles de dureté,

de fendillement ou d'humidité ne se présentent plus dans ces chantiers, il y consommera de la poudre ordinaire. En fait, c'est ainsi que les choses se passent dans les mines de charbon.

» De même, telle mine métallique dédaignée jusqu'ici, par suite de l'insuffisance de nos moyen d'action, sera mise en exploitation, grâce à l'emploi de la dynamite, et arrivera à consommer, dans bien des points de son exploitation, des quantités de poudre qui n'auraient jamais été demandées si l'on n'avait pu attaquer le gisement.

» On conçoit que cette possibilité de mettre en exploitation des mines inabordables à la poudre, ou de développer plus activement l'aménagement des richesses minérales déjà exploitées, augmentera sûrement la prospérité publique, tant par les prix de main-d'œuvre répandus parmi les mineurs, que par les matières livrées à la consommation et par les impôts levés sur ces nouveaux éléments d'activité industrielle.

» Mais on entend quelquefois faire à l'introduction de la dynamite d'autres objections, qu'il importe de réduire aussi à leur juste valeur. On dit, par exemple, que la dynamite, étant à base de nitroglycérine, doit être un produit dangereux à transporter, à conserver et à employer. L'expérience répond à ces craintes. Plus de deux millions de kilogrammes de dynamite ont été mis en magasin, transportés et livrés à la consommation étrangère, sans amener d'accidents. Les chemins de fer autrichiens, suédois, américains et français transportent librement cette poudre et la considèrent comme d'un transport moins dangereux que la poudre, qu'une étincelle fait partir.

» On avance aussi que, si l'emploi de la dynamite fabriquée est admirable, la production de cette poudre, exigeant d'abord la préparation de la nitroglycérine, doit être fort dangereuse. Cette objection est plus sérieuse que la précédente, parce que, en effet, la fabrication de la nitroglycérine est au moins délicate et ne réussit pas à tout le monde. Elle exige des précautions, un grand discernement dans le choix des matières, des procédés et des appareils. Mais M. Nobel a établi des fabriques dans presque tous les pays du monde; il a acquis une grande expérience spéciale de cette industrie; ses collaborateurs, hommes instruits et intelligents de tous pays, ont trouvé chaque jour quelque perfectionnement de fabrication, et c'est le plus souvent la nécessité qui a été le but de leurs améliorations. Les fruits de cette expérience ont été et sont encore mis en commun, et l'on admettra bien qu'il y a dans cet ensemble d'efforts un gage précieux de succès.

» Et en effet la méthode de la fabrication est arrivée aujourd'hui à une certitude, à une régularité qui touchent à la perfection. On a tout un en-

semble de prescriptions qu'il serait trop long d'énumérer ici, et qui donnent à cette fabrication toute la sécurité que peut avoir la préparation d'une matière explosive, plus de sécurité du moins que n'en présente la fabrication de la poudre ordinaire.

» Il n'y aurait témérité à fabriquer et à manipuler de la nitroglycérine que si des personnes, d'ailleurs compétentes, mais privées de ces enseignements spéciaux de l'expérience, voulaient entreprendre par leurs seuls moyens cette difficile industrie. Elles auraient à recommencer la longue série d'études qu'a coutée la création des méthodes actuelles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation du sucre de canne dissous en glucose, sous l'influence de la lumière.* Note de **M. E.-M. Raoult.**

« On admet aujourd'hui qu'à la température ordinaire une solution de sucre de canne, soustraite à l'action des ferments, conserve indéfiniment sa saveur et ses propriétés chimiques : c'est une erreur. J'ai observé à plusieurs reprises qu'une solution de sucre de canne, sans subir la moindre fermentation, peut s'altérer à la longue et se transformer plus ou moins complétement en glucose; et, dans le courant de cette année, j'ai fait une expérience qui prouve que cette transformation a lieu sous l'influence de la lumière. Voici cette expérience.

» Le 12 mai dernier, 10 grammes de sucre blanc ont été dissous dans 50 grammes d'eau pure; des volumes égaux de cette solution ont été introduits dans deux tubes de verre blanc et soumis à l'ébullition pendant quelques minutes; après quoi, et avant la rentrée de l'air, les tnbes ont été fermés à la lampe. Ces tubes, ainsi préparés, ont été placés, l'un dans un lieu complétement obscur, l'autre dans un endroit bien éclairé, à côté l'un de l'autre cependant, afin de leur faire éprouver les mêmes variations de température. Cinq mois après, le 20 octobre, j'ai ouvert les tubes; les solutions étaient parfaitement transparentes et ne renfermaient aucune végétation miscroscopique. Celle qui était restée dans l'obscurité ne troublait point le réactif cupro-potassique de M. Barreswil : elle ne contenait donc point de glucose. Au contraire, la solution sucrée qui avait été exposée à la lumière donnait, avec le même réactif, un abondant précipité rouge; la moitié environ du sucre de canne qu'elle contenait d'abord se trouvait intervertie. Ainsi, *sous l'influence de la lumière, le sucre de canne dissous dans l'eau se transforme lentement en glucose.*

» Il résulte de là qu'un sirop peut contenir beaucoup de glucose, lors même que le fabricant n'y a mis que du sucre de canne, et qu'un tel produit ne doit plus être considéré comme nécessairement falsifié. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sels ammoniacaux;* *par* **M. Berthelot** (1).

3e partie. — Actions réciproques entre les sels ammoniacaux et les sels alcalins.

« Entre deux sels dissous, il y a d'ordinaire action réciproque : les phénomènes thermiques indiquent que les acides forts s'unissent de préférence aux bases fortes, laissant les bases faibles aux acides faibles, de telle sorte que le sel le plus stable, en présence de l'eau, et aussi, par une conséquence inévitable, le sel le moins stable, se forment de préférence. Voici les faits, exposés dans un ordre méthodique.

» 1° *Les deux sels sont formés par des acides forts.* — (1 équivalent de chaque sel est dissous à l'avance, de façon que le volume de la liqueur soit égal à 2 litres).

$SO^4Am + AzO^6K$	$-0,10$
$SO^4K + AzO^6Am$	$+0,04$
$SO^4Am + KCl$	$+0,00$
$SO^4K + AmCl$	$-0,02$
$AzO^6Am + KCl$	$+0,11$
$AzO^6K + AmCl$	$-0,11$
$C^4H^3AmO^4 + NaCl$	$+0,12$
$C^4H^3NaO^4 + AmCl$ (2)	$-0,02$

» Comme termes de comparaison, voici l'action exercée par l'eau pure sur les mêmes solutions salines, à volumes égaux et à la même température :

$SO^4K + Aq$	$-0,07$	$SO^4Na + Aq$	$-0,07$	$SO^4Am + Aq$	$+0,02$
$KCl + Aq$	$+0,09$	$NaCl + Aq$	$-0,02$	$AmCl + Aq$	$+0,01$
$AzO^6K + Aq$	$-0,16$	$AzO^6Na + Aq$	$-0,11$	$AzO^6Am + Aq$	$-0,10$

» On voit que le mélange des dissolutions de deux sels neutres et stables donne toujours lieu à un certain effet thermique, faible à la vérité, mais qui

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) On déduit de ce couple

$$(C^4H^4O^4 + NaO) - (C^4H^4O^4 + AzH^3) = 1,38;$$

c'est à peu près la même valeur que pour les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique.

n'est pas la somme des actions exercées par l'eau pure sur les deux solutions séparées, à la même température. Il en résulte que la *thermoneutralité saline,* proposée par M. Hess, il y a trente ans (1), et admise depuis par la plupart des observateurs, n'est jamais rigoureuse. Le vrai théorème relatif à l'action réciproque des sels dissous est celui que j'ai formulé (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 748) :

$$K_1 - K = (N - N_1) - (N' - N'_1).$$

» Les chiffres ci-dessus montrent encore que les deux mélanges réciproques donnent lieu en général à des effets thermiques de signe contraire : d'où il est permis d'induire avec beaucoup de probabilité qu'il y a action chimique réelle dans les deux cas, c'est-à-dire qu'il se forme toujours quatre sels dans la liqueur. Suivant quelles proportions relatives ces quatre sels se forment-ils? C'est ce qu'il ne paraît guère possible de calculer actuellement, faute de pouvoir démêler avec certitude les effets dus aux variations survenues dans la constitution des hydrates salins, lesquels existent, suivant toute probabilité, dans les dissolutions.

» 2° *Un sel est formé par un acide fort et l'autre par un acide faible.*

I. *Carbonates neutres.*

$CO^3K + AzO^6Am$	$-3,22$
$CO^3Am + AzO^6K$	$-0,12$
$CO^3K + SO^4Am$	$-3,18$
$CO^3Am + SO^4K$	$-0,10$
$CO^3Na + AmCl$	$-3,06$
$CO^3Am + NaCl$	$-0,02$

» La signification de ces nombres n'est pas douteuse. Ils montrent que les *sels stables d'ammoniaque*, en présence de l'eau, *sont décomposés* à peu près *complétement par les carbonates de potasse et de soude*, avec formation du sel le plus stable : azotate, chlorure, sulfate de potasse ou de soude ; et aussi du sel le moins stable : carbonate d'ammoniaque. Ce dernier se décomposant à son tour, et immédiatement en présence de l'eau, comme je l'ai exposé dans mes Notes précédentes, donne lieu à l'absorption de chaleur observée, laquelle répond à une réaction totale ou sensiblement. Par exemple, le changement de l'azotate d'ammoniaque en azotate de potasse dégage $13,83 - 12,57 = + 1,28$; tandis que le changement du carbonate de potasse en carbonate d'ammoniaque, dans les mêmes conditions de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. IV, p. 222; 1842.

dilution, absorbe $5,73 - 10,10 = - 4,37$: la somme calculée des deux effets thermiques,

$$- 4,37 + 1,28 = - 3,09,$$

est égale ou sensiblement à l'absorption de chaleur observée dans la réaction.

» La double décomposition précédente a lieu également avec les sels solides et même avec les sels insolubles, dès la température ordinaire. Je m'en suis assuré en faisant agir le carbonate de potasse sec sur l'azotate d'ammoniaque légèrement humide, et le carbonate de soude cristallisé sur l'azotate d'ammoniaque. Les derniers corps constituent un mélange réfrigérant très-efficace, à cause de la réaction même et de la dissolution simultanée d'une partie des produits dans l'eau abandonnée par le carbonate de soude. Enfin le carbonate de chaux, récemment précipité et encore humide, agit à froid sur l'azotate d'ammoniaque et sur le chlorhydrate d'ammoniaque solides, avec dégagement d'ammoniaque et de carbonate d'ammoniaque. C'est toujours la même réaction, sauf les différences de limite, dues aux diversités de constitution physique et chimique qui distinguent les sels solides des sels dissous.

II. *Bicarbonates.*

» Les bicarbonates de potasse, de soude et d'ammoniaque, sels stables en présence de l'eau, comme il a été dit, ne donnent lieu qu'à des phénomènes thermiques très-faibles, par leur réaction sur les sels alcalins neutres et stables (1); ce qui s'explique, puisque la réaction ne donne naissance à aucun sel décomposable par l'eau avec absorption de chaleur :

$C^2O^4KOHO + AzO^6Am$	$-0,08$	$C^2O^4KOHO + SO^4Am$	$-0,12$	$C^2O^4NaOHO + AmCl$	$-0,26$
$C^2O^4AmOHO + AzO^6K$	$-0,04$	$C^2O^4AmOHO + SO^4K$	$+0,02$	$C^2O^4AmOHO + NaCl$	$+0,00$

III. *Phénates* (2).

$C^{12}H^5NaO^2 + AmCl$..	$-4,1$	$C^{12}H^5NaO^2 + SO^4Am$...	$-4,3$
$C^{12}H^5AmO^2 + NaCl$...	$+0,1$		

» Ces nombres indiquent que le phénate de soude, en présence des sels ammoniacaux stables, se comporte comme le carbonate de soude : il est décomposé complétement, ou à peu près, en chlorure de sodium et phénate d'ammoniaque, réaction qui absorbe en effet $+ 1,24 - 5,34 = - 4,10$.

---

(1) 1 équivalent de chaque sel $= 4$ litres.

(2) 1 équivalent $= 11^{\text{lit}},5$.

IV. *Borates* (1).

$BO^6NaO + AmCl$...	$-2,25$	$BO^6NaO + SO^4Am$...	$-2,25$
$BO^6AmO + NaCl$....	$-0,48$	$BO^6AmO + SO^4Na$...	$-0,46$

» Il y a encore formation prépondérante de borate d'ammoniaque; mais il est difficile de décider si cette formation est complète, la réaction inverse produisant aussi du froid, en quantité moindre à la vérité que si le borate d'ammoniaque était étendu avec le même volume d'eau pure ($-1,00$).

» Le borate de soude et le borate d'ammoniaque semblent d'ailleurs exercer l'un sur l'autre une action réciproque, comme il convient à des sels en partie décomposés par l'eau. En effet,

BO^6NaO (1 équiv. $= 4^{lit}$) + BO^6AmO (1 équiv. $= 4^{lit}$) absorbent..... $-0,28$;

tandis que le mélange de l'un ou l'autre de ces sels avec son volume d'eau pure absorbe beaucoup plus : $-0,56$ pour le borate de soude, et $-1,00$ pour le borate d'ammoniaque. La différence entre ces nombres et $-0,28$ paraît, je le répète, indiquer une action réciproque entre les deux sels.

V. *Cyanures.*

{ CyK (1 équiv. $= 2^{lit}$) + AmCl (1 équiv. $= 2^{lit}$).....	$-0,60$
{ CyAm (») + KCl (»).....	$-0,04$
CyK + SO^4Am..............................	$-0,59$

» Une décomposition totale du cyanure de potassium, avec formation de cyanhydrate d'ammoniaque et de chlorure (ou de sulfate) de potassium absorberait, d'après le calcul,

$$1,14 - [2,94 - 1,30] = -0,50$$

chiffre auquel il faut ajouter $-0,10$ environ, à cause de la dilution, ce qui nous amène à peu près à $-0,60$, trouvé ci-dessus.

VI. *Sulfhydrates.*

» L'acide sulfhydrique et l'acide carbonique offrent dans leurs combinaisons certaines analogies et certaines dissemblances, qui se retrouvent dans les études thermiques.

» Nous avons établi que les carbonates neutres de potasse et de soude sont stables en présence de l'eau, et qu'il en est de même des bicarbonates

---

(1) 1 équivalent $= 4$ litres.

de potasse, de soude et d'ammoniaque; le carbonate neutre d'ammoniaque seul est décomposable par l'eau d'une manière progressive. Au contraire les sulfures de potassium, de sodium, aussi bien que celui d'ammonium, sont décomposés complétement par l'eau en sulfhydrates et en alcalis libres : j'ai confirmé sur ce point important les expériences tout à fait décisives de M. Thomsen.

» Mais les sulfhydrates sont stables en présence de l'eau, sinon absolument, du moins presque au même titre que les bicarbonates. J'ajouterai que le sulfhydrate de sodium et celui d'ammonium offrent un écart thermique des chaleurs de neutralisation égal à $+1,5$: à peu près le même que pour les sels très-stables. En raison de ces circonstances et de ce rapprochement numérique, les effets thermiques des doubles décompositions entre sulfhydrates solubles et sels alcalins stables ne conduisent à aucune conclusion assurée.

» Par contre, les phénomènes thermiques confirment très-nettement l'état de décomposition des sulfures dissous en alcalis libres et sulfhydrates; en effet :

$$2\mathrm{AmCl} + \mathrm{Na^2S^2} \quad \text{dégage} \quad +1,26;$$

c'est-à-dire la quantité de chaleur qui correspond à la réaction d'un équivalent de soude libre sur le chlorhydrate d'ammoniaque, le système mis en expérience étant en réalité

$$2\mathrm{AmCl} + \mathrm{NaHS^2} + \mathrm{NaHO^2}.$$

» En doublant la proportion du chlorhydrate, le nouvel effet thermique est insignifiant : $-0,06$.

» 3° *Les deux sels sont formés par des acides faibles.*

I. *Carbonates et cyanures* (1).

$$\left\{\begin{array}{ll} \mathrm{CyK} + \mathrm{CO^3Am} \ldots\ldots & +0,09 \\ \mathrm{CyAm} + \mathrm{CO^3K} \ldots\ldots & -2,18 \end{array}\right.$$

» Il y a décomposition totale dans le second cas, précisément comme avec les sels stables, et formation intégrale, ou à peu près, de carbonate d'ammoniaque et de cyanure de potassium. Le cyanure de potassium et le cyanure d'ammonium se comportent donc comme des sels beaucoup plus stables que le carbonate d'ammoniaque : ce qui s'explique, la dilution de

---

(1) Chaque solution renferme $\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre.

ces deux cyanures absorbant peu de chaleur, et l'écart thermique entre la formation du cyanure de potassium (2,9) et celle du cyanure d'ammonium (1,3) étant égal à 1,6, c'est-à-dire à peine plus fort que pour le chlorure et l'azotate de potassium comparés avec le chlorure et l'azotate d'ammonium. La stabilité relative du cyanure de potassium est confirmée par les réactions de la potasse, du carbonate de potasse et du cyanure d'ammonium :

CyK + KO	− 0,01
CyK + CO^3K	+ 0,00
CyK + CyAm	− 0,24

» Les bicarbonates, au contraire, produisent un dégagement de chaleur avec les cyanures, parce que l'excès d'acide du bicarbonate partage la base déjà unie à l'acide cyanhydrique :

$$C^2O^4KOHO + KCy \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +1,89.$$

Une décomposition complète du cyanure dégagerait + 6,3, un peu plus du triple. J'ai encore trouvé

C^2O^4KOHO + CyAm	+ 1,14
C^2O^4AmOHO + CyK	+ 0,80

» Dans ce cas, il y a partage des deux bases entre les deux acides, et en outre formation de carbonates neutres.

II. *Carbonates et phénates.*

$C^{12}H^5NaO^2 + CO^3Am$	− 2,01
$C^{12}H^5AmO^2 + CO^3Na$	− 1,20

» Il y a, dans les deux cas, accroissement de décomposition du système sous la double influence de la dilution et de la réaction proprement dite; mais le premier système se refroidit beaucoup plus que le second, ce qui indique une transformation très-avancée, sinon complète, du phénate de soude en phénate d'ammoniaque : l'écart thermique entre la formation de ces deux sels (5,3) étant plus grand qu'entre les carbonates correspondants (4,4), on voit que c'est toujours le sel le plus stable (carbonate de soude) qui se forme de préférence.

III. *Carbonates* et *borates.*

$BO^7Na + CO^3Am$	− 0,20
$BO^7Am + CO^3Na$	− 1,69

» Il y a décomposition presque complète dans le second cas, c'est-à-dire

formation presque exclusive de borate de soude et de carbonate d'ammoniaque. Cependant, le premier chiffre étant inférieur à la chaleur absorbée par la dilution simple du borate de soude (— 0,56), il est probable que les deux réactions inverses se développent, quoique en proportions très-inégales.

» Soient encore les réactions entre borates et bicarbonates :

$$\begin{cases} BO^7Na + C^2O^4AmOHO \dots\dots\dots\dots & -1{,}53 \\ BO^7Am + C^2O^4NaOHO \dots\dots\dots\dots & -0{,}49 \end{cases}$$

» La réaction est opposée à la précédente, c'est-à-dire qu'il se forme presque exclusivement du borate d'ammoniaque et du bicarbonate de soude : ce qui s'explique, le dernier sel étant le plus stable de tous, car il est le seul que l'eau ne décompose pas d'une manière appréciable. Cependant la réaction inverse paraît se développer dans quelque mesure, la dilution du borate d'ammoniaque pur absorbant une quantité de chaleur (— 1,00) qui surpasse le chiffre — 0,49.

» Comme confirmation de cette dernière conclusion, je citerai encore la réaction du borate de soude sur le bicarbonate de soude :

$$BO^7Na + C^2O^4NaOHO \dots\dots\dots\dots \quad -0{,}56,$$

laquelle absorbe précisément la même quantité de chaleur que la simple dilution du borate de soude par la même quantité d'eau pure, c'est-à-dire qu'il n'y a point d'action chimique appréciable entre le borate de soude et le bicarbonate de la même base.

» Les faits que je viens d'exposer mettent, si je ne me trompe, en évidence l'existence des doubles décompositions entre les sels dissous et le caractère général de ces réactions, qui est la tendance à la formation principale et souvent exclusive du composé le plus stable, dans les conditions des expériences. Les équilibres divers qui se développent par là jouent un rôle important, non-seulement lorsque les sels restent dissous, mais même lorsque certains d'entre eux se trouvent précipités : c'est ce que je montrerai bientôt par l'étude des sulfates, oxalates, carbonates terreux et métalliques. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres du phosphore et des composés du silicium.* Note de M. G. Salet, présentée par M. Wurtz.

« **11.** On peut donner au spectre du phosphore volatilisé dans la flamme de l'hydrogène un grand éclat et une grande netteté, soit en refroidissant

la flamme par une couche d'eau (§ 6), soit en projetant autour d'elle un fort courant d'air froid. Je me suis assuré que l'effet de cette injection d'air n'est un échauffement que pour la partie supérieure de la flamme et nullement pour le noyau : d'ailleurs, en écrasant la flamme phosphorée sur un corps de température variable, on voit la couche de lumière verte qui se dépose sur ce corps lorsqu'il est froid pâlir quand il s'échauffe, et disparaître quand il est rouge.

» Les spectres du soufre et de l'étain, observés avec le courant d'air, sont très-nets. On distingue dans ce dernier une bande diffuse moins réfrangible que la raie 610 et placée en 618.

» En opérant de la même façon avec de l'hydrogène ayant passé sur un bâton de phosphore ou un fragment de perchlorure, le spectre du noyau vert clair est assez lumineux pour qu'on y distingue les bandes suivantes :

Bande orangée..............	607 faible et vague. 599 max. dégradé vers le violet (δ). 590 faible. 584 faible.
Bande jaune verdâtre	576 commencement. 559 max. (β). 551 faible.
Bande verte................	547 faible, dégradé vers le violet. 525 max. dégradé vers le rouge (α).
Bande verte.................	511 max (γ).
Bandes faibles	503, 491, 478, 470.

MM. Christofle et Beilstein ont décrit les bandes α, β, γ auxquelles ils donnent les lettres α, γ, β. D'après le choix de ces lettres, on voit que les bandes les moins réfrangibles gagnent surtout en éclat lorsqu'on traite la flamme comme il est indiqué ci-dessus.

» 12. Parmi les bandes du phosphore, la bande α coïncide avec une raie importante du spectre de lignes (524,5), la bande δ est un peu plus réfrangible que la double raie orangée qui caractérise si bien le phosphore dans l'étincelle (603,5 et 601,3). Quant à la ligne 542, elle ne correspond à aucune bande. D'un autre côté, la bande β correspond à une ligne excessivement faible, et la bande γ n'est en regard d'aucune ligne. Ces bandes paraissent donc appartenir à un spectre particulier. Je n'ai pu les obtenir par voie électrique avec le phosphore pur; en revanche je les ai retrouvées dans le spectre de la combustion lente du phosphore volatilisé dans l'hydrogène.

» **13.** J'ai fait passer de l'hydrogène pur sur quelques bâtons de phosphore tièdes : le courant gazeux s'écoulait dans l'atmosphère par un tube vertical de 1 millimètre de diamètre. Il s'est formé à son orifice un cône faiblement lumineux, d'un jaune verdâtre, ayant l'apparence d'une flamme avec son enveloppe brillante et son noyau sombre, mais ne dégageant pas de chaleur sensible. J'ai écrasé cette flamme d'un nouveau genre contre une surface verticale (un morceau de papier), et j'en ai examiné le spectre. Il est continu et s'étend du commencement de l'orangé à celui de l'indigo. Les bandes α et β s'y détachent très-nettement en clair, la bande γ y est indiquée.

» **14.** Les composés haloïdes du silicium volatilisés dans la flamme de l'hydrogène donnent un noyau faiblement coloré en verdâtre et fournissant un spectre de bandes qui a besoin de l'insufflation d'air pour apparaître avec netteté. Voici les bandes observées par ce procédé :

Chlorure.		Bromure.		Iodure (1).	
622		620	faible.	620	
612	faibles.	»		»	
605		605	très-faible.	»	
595		595		595	
587	faibles.	»		»	
578		579	faible.	»	
567	δ.	567		567	
559	faibles.	556	faibles.	»	
551		548		551	faible.
545	β.	545		545	
537	faibles.	535	faibles.	533	faible.
527		527		»	
522	α.	522		522	
514	faible.	»		»	
507		507		507	
501	γ.	501		»	
495	très-faible.	495	très-faible.	495	
487,5		487,5	faible.	488	
481		»			
474	très-faible.	477	faible.		
469					
465	très-faible.				
457	faible.				
452	très-faible.				
446	faible.				

(1) Je dois les échantillons de ces produits à l'obligeance de M. Friedel.

» 15. Bien que ces bandes se correspondent pour la plupart, sinon comme éclat, du moins comme position, on ne peut pas avancer qu'elles soient dues au silicium libre: du moins, je n'ai pu les obtenir jusqu'à présent avec l'hydrogène silicé, qui se décompose cependant facilement dans la flamme. Elles ne coïncident pas avec les raies importantes du spectre électrique du silicium, car aucune bande ne se trouve en regard de la double raie orangé 636,5-634 (dont la dernière est à peine plus réfrangible qu'une belle raie du brome), ni du groupe 600-597, ni de la raie violette 413,5. La raie verte 506 correspond seule à une bande assez importante.

» 16. Le fluorure de silicium volatilisé dans la flamme ne donne qu'un spectre continu; on sait qu'il fournit, dans les tubes de Geissler, un magnifique spectre de bandes. La vapeur saturée du bromure de silicium conduit assez bien, à la température ordinaire, l'électricité de faible tension. On aperçoit une auréole diffuse entre les électrodes, dont la négative s'entoure d'une belle gaine jaunâtre. Le spectre de cette auréole est absolument continu, mais présente deux maxima d'éclat, l'un dans le jaune vert, l'autre dans l'indigo. Le vert et le bleu sont peu lumineux. Lorsque la tension électrique augmente, on voit paraître des étincelles dont le spectre renferme les lignes du brome et du silicium. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches sur la génération de l'*Helix aspersa. Note de **M. S. Jourdain**, présentée par M. É. Blanchard.

« Les follicules de la glande génitale de l'*Helix aspersa* produisent des ovules et des spermatozoïdes. Les premiers se développent dans l'épaisseur même des parois simples du follicule; les derniers dans des cellules de la face interne de celui-ci. Le canal excréteur de la glande hermaphrodite (conduit ovo-déférent) contient toujours des spermatozoïdes; il ne livre passage aux ovules, qui semblent le parcourir rapidement, qu'au moment de la ponte. Les œufs et les spermatozoïdes paraissent cheminer dans le canal ovo-déférent par l'action des cils vibratiles qui tapissent sa paroi interne.

» Dans le canal ovo-déférent, la plupart des spermatozoïdes possèdent déjà les caractères qu'on leur trouvera plus tard, quand ils seront prêts à agir sur l'élément femelle. Leurs mouvements, qu'on a niés, sont cependant très-vifs. L'état moins avancé de l'ovule, sa non-maturité paraissent expliquer l'absence d'action des spermatozoïdes, malgré le contact immédiat qui existe entre l'élément mâle et l'élément femelle.

» A leur sortie du canal ovo-déférent, l'ovule et le spermotozoïde s'engagent, chacun séparément, dans deux demi-canaux, de calibre très-inégal, accolés de manière que les bords en soient communs : nous les appellerons *gouttière ovigère* et *gouttière déférente*.

» En quittant le canal ovo-déférent, l'ovule reçoit, d'une glande particulière qui verse son produit de sécrétion dans la portion la plus reculée de la gouttière ovigère, une couche très-épaisse de substance albuminoïde, et plus bas les parois mêmes de cette gouttière fournissent la double tunique de l'œuf et les granulations calcaires qui sont disséminées dans la plus externe de ces enveloppes.

» Le sperme descend par la gouttière déférente, où les spermatozoïdes sont déjà agglutinés par la sécrétion des glandes qui y débouchent en grand nombre. Ils passent ensuite dans le canal déférent et enfin pénètrent dans l'appendice flagelliforme dont les glandes, par l'effet d'une action réflexe due à la présence du sperme, sécrètent un mucus, qui se concrète et se moule sur les parois de cet appendice, enfermant l'élément mâle dans une sorte d'étui allongé et flexible, véritable spermatophore, nommé par les malacologistes *capreolus*.

» Au moment du rapprochement sexuel, la verge, dont l'extrémité se trouve en rapport avec l'entrée de la branche copulatrice, fait pénétrer le spermatophore dans cette dépendance de l'appareil femelle. Le spermatophore se fragmente et se désagrége; les spermatozoïdes se trouvent mis en liberté et se répandent dans la branche copulatrice, la vésicule du même nom, et surtout s'introduisent dans la gouttière ovigère, où à ce moment, et à ce moment seul, on les trouve pleins de vie en grande quantité. Par l'action de cils vibratiles qui tapissent la paroi interne de la gouttière ovigère, les spermatozoïdes vont au devant de l'œuf, et c'est dans la portion initiale de cette gouttière que la fécondation paraît s'effectuer.

» Pendant les préludes de l'accouplement, les deux individus font saillir leur dard, qui le plus ordinairement traverse d'outre en outre les parois de la cavité viscérale et tombe dans cette cavité, où on le retrouve longtemps après, au milieu des viscères, plus ou moins altéré. Le dard, contrairement à l'opinion émise par un malacologiste, une fois détaché, se régénère promptement. Quelques heures après l'accouplement, on en aperçoit déjà des rudiments, et peu de jours suffisent à sa reproduction complète. On peut donc, dans certains cas, par le degré de développement de ce stylet calcaire, juger approximativement du temps qui s'est écoulé depuis le dernier rapprochement sexuel. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Chaleur de combustion et composition de deux houilles anglaises du pays de Galles; par* **MM. A. Scheurer-Kestner et Ch. Meunier.**

« Les houilles du pays de Galles sont extrêmement avantageuses, bien plus par une faible teneur en cendres, par une pureté dont nous n'avons pas d'exemple dans notre pays, que par une chaleur de combustion exceptionnellement élevée.

» Nos déterminations ont porté sur des vagons provenant de livraisons ordinaires, faites par les mines à la Compagnie des Transatlantiques, et non sur des échantillons hors ligne. Employées pour le chauffage d'un générateur de vapeur, elles n'ont fourni que 3,10 pour 100 (Bwlf) et 4,72 pour 100 (Powel) de cendres.

» Voici les résultats fournis par l'analyse :

Houille de Bwlf.

Houille.		Partie volatile, déduction faite de l'eau.		Houille pure, déduction faite de l'eau et des cendres.	
Eau	0,63	Carbone	50,44	Carbone	91,08
Carbone	87,48	Hydrogène	21,28	Hydrogène	3,83
Hydrogène	3,68	Oxygène	28,28	Oxygène	5,09
Cendres	3,32		100,00		100,00
Ox. (par diff.)	4,89				
	100,00				

Cette houille fournit 82,08 pour 100 de coke légèrement agglutiné. — La chaleur de combustion, dans le calorimètre, est de 8780 calories.

Houille de M. Powel.

Houille.		Partie volatile, déduction faite de l'eau.		Houille pure, déduction faite de l'eau et des cendres.	
Eau	0,75	Carbone	40,69	Carbone	92,49
Carbone	88,36	Hydrogène	31,93	Hydrogène	4,04
Hydrogène	3,86	Oxygène	27,38	Oxygène	3,47
Cendres	3,72		100,00		100,00
Oxygène	3,31				
	100,00				

Cette houille produit 81,16 pour 100 de coke. — La chaleur de combustion dans le calorimètre est de 8949 calories.

» Comme rendement industriel, ces deux houilles, brûlées sous une chaudière à vapeur, ont donné des nombres correspondants aux précédents.

Rendement des houilles pures sans cendres, l'eau étant calculée à zéro.

1 kil. houille	de Bwlf	a vaporisé	8,826	litres d'eau,
1 »	de M. Powel	»	9,076	»

» Dans nos Communications précédentes, nous avons fait remarquer qu'il existe un certain rapport entre la composition des houilles et leur chaleur de combustion ; nous avons fait ressortir que l'élévation de la chaleur de combustion tient plus à la composition immédiate de la houille qu'à sa composition élémentaire.

» L'augmentation de l'hydrogène, notamment, ne correspond pas à une chaleur de combustion élevée. Les houilles précédentes, dont la composition élémentaire ne présente pas des différences très-considérables, offrent au contraire l'exemple d'une grande différence de composition immédiate, lorsqu'on examine séparément la composition de la partie volatile et la distribution du carbone, en carbone fixe et en carbone des hydrocarbures.

	Houille de Bwlf.	Bouille de M. Powel.
Carbone des hydrocarbures	9,07	5,14
Carbone fixe	82,01	87,35
Chaleur de combustion	8780	8949

» Ces deux échantillons de houille confirment ce que nous avons établi dans nos précédentes recherches, à savoir : que la chaleur de combustion de la houille est supérieure à celle que donne l'addition de celle des éléments qui la composent. Les vingt et un échantillons de houille que nous avons étudiés jusqu'à ce jour sont tous dans ce cas; ils proviennent cependant de bassins bien différents. En voici l'énumération : Ronchamp (quatre couches différentes), Saarbruck (sept puits différents), Blanzy (deux qualités), Denain, Anzin, Creusot, Bwlf et Powel.

» M. Gruner, qui veut bien s'intéresser à nos travaux, nous a demandé de déterminer la chaleur de combustion de quelques échantillons de lignite. Nous aurons prochainement l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de nos recherches sur ce sujet; mais nous pouvons dire, dès maintenant, que la chaleur de combustion des lignites, tout en étant *supérieure* à celle qu'on obtient par le calcul de Dulong, est *inférieure* à la somme des chaleurs de combustion des éléments. Il y a donc là une différence marquée, entre la houille et le lignite. Une expérience faite sur la cellulose pure nous a prouvé que sa chaleur de combustion est *égale* à celle que donne le calcul fait d'après la loi de Dulong. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Deuxième série d'observations simultanées qui auront lieu sur toute la surface du globe le 15 octobre 1872.* Note de **M. Diamilla-Muller**, présentée par M. Le Verrier.

« Nous avons l'honneur de proposer, pour le 15 octobre 1872, une seconde série d'observations simultanées de l'aiguille aimantée en ce qui touche la *déclinaison absolue* moyenne du jour, pour déterminer la variation séculaire des lignes isogones, ou, en d'autres termes, l'augmentation ou la diminution de la déclinaison.

» L'observation simultanée du 29-30 août 1870 nous a fourni une longue et riche série de documents relatifs à la *variation diurne* de ce phénomène, prise dans son ensemble sur toute la surface de la terre (1).

» Parmi les importants résultats obtenus, nous avons, de plus, remarqué que la variation séculaire de l'aiguille horizontale sur la surface du globe augmente ou diminue proportionnellement, suivant la valeur de l'angle formé par l'aiguille avec le méridien astronomique; cette variation est de 2 minutes par an près de la ligne zéro, ou sans déclinaison, et elle est de 7 minutes là où la déclinaison est égale à 14 degrés.

» Cette proportion se montre symétriquement à droite et à gauche de la ligne sans déclinaison.

» La deuxième série d'observations simultanées, que nous proposons aujourd'hui, se rapporte exclusivement à l'étude de cette variation séculaire.

» Ces observations faites sur une aussi grande échelle ont l'avantage de réunir des données certaines sur l'*ensemble* de la marche des phénomènes magnétiques.

» En dépouillant et en analysant l'immense série d'observations faites jusqu'ici à ce sujet, on trouve qu'il est facile d'être induit en erreur si (comme il arrive très-souvent) on rapporte à un même instant les résultats obtenus à des époques différentes.

» Voici un exemple.

» Tout le monde connaît les cartes magnétiques de Halley, de Humboldt, Herman, Sabine et Barlow. Or, dans ces cartes, la ligne sans déclinaison, qui, après avoir traversé l'Australie, entre dans l'archipel Indien, ne présente aucune incertitude jusqu'au continent; mais, une fois là, nous trou-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 574. — *Bulletin de l'Association scientifique de France*, n° 196, p. 289.

vons une ligne sans déclinaison, plus à l'ouest, qui va vers le nord par la mer Caspienne, et une autre plus à l'est. Or à laquelle des deux appartient la ligne australienne?

» Humboldt croit que c'est la même que celle de la mer Caspienne, et son opinion est suivie par le général Sabine; mais Herman et Barlow font suivre cette ligne plus à l'est, entre Borneo et Malacca.

» D'après les données que nous avons pu recueillir le 29-30 août 1870, cette différence d'opinion ne serait que la différence des époques des observations, que l'on a réunies et confondues comme si elles avaient été faites en même temps.

» C'est avec la simultanéité des observations que l'on évite complétement cette source d'erreurs qui rend quelquefois inutile et toujours incertaine toute étude sérieuse sur des données isolées et recueillies à différentes époques.

» L'observation du 15 octobre 1872 pourra donc rendre aussi des services signalés à la construction des cartes magnétiques, car, avec son aide, on pourra résoudre plusieurs questions pendantes sur la position réelle de certaines lignes isogones et sur la valeur proportionnelle de leur déplacement séculaire.

» Voici le programme de l'observation :

» *Déterminer la valeur absolue moyenne de la déclinaison magnétique du* 15 *octobre* 1872, *sur toute la surface du globe, avec les instruments et suivant les méthodes employées jusqu'ici par les différents observatoires.*

» Les stations magnétiques qui possèdent des instruments enregistreurs devraient prendre la variation moyenne de vingt-quatre heures réduite en valeur absolue.

» Ceux qui ne possèdent pas les instruments enregistreurs devraient déterminer la déclinaison magnétique absolue directement à 8 heures du matin, à 2 heures et à 6 heures de l'après-midi.

» Nous donnons ci-après un tableau de plusieurs valeurs de la déclinaison magnétique absolue calculée d'après les données recueillies le 29-30 octobre 1870.

Tableau de plusieurs déclinaisons magnétiques absolues, calculées et rapportées au 15 octobre 1872.

Noms des lieux.	Déclinaison magnétique.	Noms des lieux.	Déclinaison magnétique.	Noms des lieux.	Déclinaison magnétique.
	° ′		° ′		° ′
Adelsberg	11.22,2 NO	Erlau	9.21,5 NO	Leipsig	13. 7,4 NO
Admont	11.40,4 »	Esseg	10. 9,3 »	Landeck	13.47,8 »
Agram	11. 0,5 »	Florence	13. 4,6 »	Lansberg	13.40,7 »
Alger	14. 9,0 »	Fiume	11.49,8 »	Landshut	13. 8,4 »
Alt-Arad	9.25,0 »	Freyburg	15. 5,3 »	Laufen	12.43,2 »
Altheim	12.36,4 »	Freysing	13.13,5 »	Leutomischl	10.57,9 »
Altöttingen	12.44,0 »	Fünfkirchen	10. 5,7 »	Lindau	14.18,5 »
Amberg	13.25,1 »	Füssen	13.41,9 »	Linz	12.14,4 »
Arnstein	14.20,5 »	Greenwich	20. 4,1 »	Ludwigshafen	15. 0,0 »
Aschaffenburg	14.54,6 »	Gastein	12.34,9 »	Manheim	14.57,0 »
Augsburg	13.41,0 »	Gmünd	12.37,2 »	Mantoue	12.57,4 »
Barnaoul	8. 0,5 NE	Garz	13.32,7 »	Marburg (Oestr)	10.58,6 »
Bruxelles	17.39,5 NO	Göttingen	14.35,2 »	Marburg	15. 6,4 »
Bologne	13.18,2 »	Gratz	11.20,4 »	Maros-Vasarhely	8. 0,0 »
Berlin	12.46,8 »	Gunzenhausen	13.54,3 »	Meersburg	15.27,2 »
Bamberg	13.50,6 »	Haag	13. 1,4 »	Memmingen	14.34,5 »
Bayrouth	13.42,8 »	Heidelberg	14.52,7 »	Meran	13.24,9 »
Belluno	12. 1,7 »	Hermanstadt	8.11,6 »	Mindelheim	13.52,9 »
Bistriz	8.25,0 »	Hersbruch	13.37,5 »	Munkacz	8. 4,8 »
Bludenz	14. 5,0 »	Hohenpeissemberg	15.35,4 »	Munique	13.19,9 »
Bodenbach	12.21,7 »	Iglau	11.21,3 »	Melbourne (Aus-	
Botzen	13.12,5 »	Immenstadt	13.58,3 »	tralia)	8.45,0 NE
Bregenz	14. 5,6 »	Imst	13.39,4 »	Nagy-Banya	7. 1,5 NO
Brescia	13.41,2 »	Ingolstadt	13.25,9 »	Neuburg	13.22,4 »
Bruck	11.18,6 »	Insbruch	14.22,4 »	Neuhaus	11.40,7 »
Brünn	11.13,9 »	Ischl	12.30,1 »	Neustadt	15 12,0 »
Carlowitz	8.54,5 »	Kew	20. 8,9 »	Nürnberg	13.45,5 »
Carlsruhe	14.56,3 »	Kaiserlautern	15.22,1 »	Ofen	10. 8,4 »
Carlstadt	11.15,1 »	Karlsburg	8.12,7 »	Offenburg	15. 9,0 »
Cattaro	9.28,1 »	Kaschau	9.37,9 »	Olmütz	10.34,8 »
Como	14.24,0 »	Kehl	14.18,1 »	St-Petersbourg	1.52,3 »
Cracovie	9.21,0 »	Kesmark	9.28,5 »	Pékin	2.11,3 »
Cremone	13.37,1 »	Klagenfurt	11.49,6 »	Prague	11.46,3 »
Culmbach	13.41,4 »	Klattau	12.44,0 »	Paris	17.33,0 »
Craslau	11.28,3 »	Klausenburg	8.30,4 »	Passau	12.34,2 »
Czernowitz	7.52,5 »	Kommotau	12.34,6 »	Pforzheim	14.55,6 »
Darmstadt	14.35,9 »	Komorn	10.54,7 »	Pirmasenz	15.25,1 »
Dillingen	13.53,6 »	Königsberg	9. 7,0 »	Pisek	12.14,1 »
Donawerth	13.46,5 »	Kremsmünster	12.11,4 »	Pressburg	10.48,0 »
Durlach	14.54,2 »	Lisbonne	20. 7,3 »	Przemysl	7.23,6 »

Noms des lieux.	Déclinaison magnétique.	Noms des lieux.	Déclinaison magnétique.	Noms des lieux.	Déclinaison magnétique.
Padoue.......	12°.37',3 NO	Stockack......	14°.38',7 NO	Triest........	11°.50',4 NO
Rome........	12.52,2 »	Straubing.....	13.46,8 »	Troppau......	10. 7,6 »
Raguse.......	10. 9,6 »	Sucrawa......	7.17,5 »	Turin........	15.29,9 »
Reichenau....	11.10,4 »	Szatmar......	8.12,2 »	Ulm.........	14. 7,1 »
Reichenberg...	12. 8,5 »	Szegedin......	9. 9,0 »	Venise.......	11.30,0 »
Rothenburg...	14.10,3 »	Szöny (Komorn)	10.54,7 »	Verone.......	13. 3,5 »
Rovigo.......	12.29,7 »	Toronto (Canada)	2.25,5 »	Vicence......	13. 5,1 »
Salzburg......	12.44,5 »	Tifflis........	0.26,1 »	Weisskirchen..	9.36,6 »
Scharding.....	12.34,4 »	Tarnow.......	9. 1,9 »	Wien........	11.19,3 »
Schasburg....	8. 3,3 »	Temesvar.....	8.38,7 »	Wiliezka......	10.19,3 »
Schemintz.....	10.11,3 »	Teplitz.......	12.22,8 »	Wurzburg....	14.21,5 »
Schweinfurt...	14.16,8 »	Teschen......	10.19,7 »	Znaym.......	11. 0,4 »
Seftenberg....	11. 0,7 »	Trannstein....	12.42,9 »		
Saint-Johann..	12.46,2 »	Trient.......	13.16,9 »		

M. F. **Rives** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire, accompagné de planches, concernant les perfectionnements apportés par feu son frère *J. Rives*, aux procédés de sauvetage des navires ayant une voie d'eau. Le procédé sur lequel ont porté les études de J. Rives consiste dans l'emploi de toiles imperméables à l'eau, que l'on applique extérieurement contre la paroi sur laquelle a porté l'avarie, et que la pression de l'eau tend à y maintenir fortement pressées.

Ce travail sera soumis à l'examen de M. l'amiral Pâris.

M. **Jobert** adresse une Note relative à un effet particulier des décharges électriques.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Becquerel.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Études analytiques sur la théorie des parallèles; par M. C. Flye-Sainte-Marie. Paris, 1871; in-8°.

Des indications et des contre-indications des eaux de Vichy; par M. F.-A. DURAND (de Lunel). Paris, 1872; in-12.

Narrative of a Journey to Musardu the capital of the western mandingoes; by Benjamin ANDERSON. New-York, 1870; in-12.

Results of astronomical and meteorological Observations made at the Radcliffe observatory Oxford in the year 1868, *under the superintendence of the* Rev. ROBERT-MAIN, M. A., vol. XXVIII. Oxford, 1871; in-8°.

Address delivered at the spring meeting of the royal institution of Cornwall, on the 23 RD *of may,* 1871; *by* William-Jory HENWOOD. Truro, 1871; in-8°.

Monthly report of the deputy special commissioner of the revenue, in charge of the bureau of statistics treasury department; feuilles 1 à 40. Sans lieu ni date; in-4°.

Observations on the geology of Alaska. Sans lieu ni date; grand in-8° avec carte.

Report of the superintendent of the United-States Coast survey, showing the progress of the survey during the year 1866. Washington, 1869; in-4°, relié. (Deux exemplaires.)

Preliminary field report of the United-States geological survey of Colorado and New-Mexico; by F.-V. HAYDEN. Washington, 1869; in-8°, relié.

Geological Report of the exploration of the Yellowstone and Missouri rivers; by Dr F.-V. HAYDEN; 1859-1860. Washington, 1869; in-8°.

Annuel Report of the Secretary of the Interior, showing the operations of the department for the year 1869. Washington, 1869; in-8°.

Smithsonian contributions to knowledge, vol. XVI. Washington, 1870; in-4°; avec planches.

Smithsonian miscellaneous collections; vol. VIII-IX. Washington, 1869; 2 vol. in-4°.

Documenti storici-geologici sulle antichita delle acque termali e sulle arene scottanti del littorale dei maronti nell' isola d'Ischia; per Angiolo RANIERI. Napoli, 1871; in-4°.

Lezioni teorico-pratiche d'igiene ed umanito; per Pietro MUZIO. Mantova, 1871; in-12.

Degli errori di scienza che s'insegnato e delle verita scientifiche che non si sanno insegnare nelle scuole militari e civili del regno d'Italia e di Francia; dell' ingegnere C. BARSANTI MAGGIORE. Roma, 1870; in-4°.

Annalen der Sternwarte in Leiden, herausgegeben; von Dr F. KAISER; zweiter band. Haag, 1870; in-4°.

Abhandlungen der Mathematisch-Physikalischen Classe der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Zehnten Bandes dritte Abtheilung. München, 1870; in-4°.

Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Fünfzehnter Band vom Jahre 1870. Göttingen, 1871; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Archives des missions scientifiques et littéraires. Choix de rapports et instructions publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique; 2e série, t. VI. Paris, 1871; in-8°.

Étude sur le tracé des roues hydrauliques à aubes courbes de M. le général Poncelet; *par* M. le général DIDION. Paris, 1870; in-4°, avec planches.

Bulletin de la Société industrielle de Reims; t. VII, n° 35. Reims et Paris, 1869; in-8°.

Le monde et l'homme primitif selon la Bible; par Mgr MEIGNAN, évêque de Châlons-sur-Marne. Paris, 1869; in-8°.

Note sur les nodules phosphatés de la perte du Rhône; par M. L. GRUNER. Paris, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*) [Présenté par M. Combes.]

Ligature de l'iliaque primitive, etc.; par M. LADUREAU. Paris, 1871; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 23 octobre 1871.)

Page 998, ligne 22, *au lieu de :* certains faits quoique en sens opposés, *lisez :* certains faits identiques, quoique en sens opposés.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résumé des observations faites dans les sept dernières années à l'Observatoire de Neuchâtel, sur les chronomètres munis de spiraux à courbes finales théoriques.* Note de **M. Phillips.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé succinct des observations faites à l'Observatoire de Neuchâtel (Suisse), depuis 1864 jusqu'en 1870, c'est-à-dire pendant les sept dernières années, sur des chronomètres munis de spiraux à courbes terminales théoriques ou déterminées d'après les règles que j'ai établies dans mon Mémoire de 1860 sur le spiral réglant. Ces documents sont extraits des rapports annuels adressés par le Dr Hirsch, directeur de cet observatoire, à la Commission d'inspection. Ils résultent aussi d'une visite que je viens de faire dans le canton de Neuchâtel, particulièrement à Neuchâtel et au Locle.

» Dans ces rapports, le Directeur de l'Observatoire s'est proposé, entre autres questions, d'examiner l'influence des courbes terminales théoriques sur l'isochronisme. Voici comment il s'exprime à ce sujet dans celui relatif au concours de 1869 :

« Jusqu'à quel point l'application toujours plus répandue de la courbe finale de Phillips

a-t-elle amélioré le réglage de l'isochronisme, et combien notre chronométrie s'est perfectionnée sous ce rapport important, cela résulte du tableau suivant, dans lequel j'indique, pour les années consécutives, la variation moyenne du plat au pendu; elle a été

En 1864, de	8,21 s
1865, ...	6,18
1866, ...	3,56
1867, ...	3,57
1868, ...	2,44
1869, ...	2,43
1870, ...	2,37 (1). »

» Le Dr Hirsch évalue d'ailleurs maintenant à plus des $\frac{9}{10}$ le nombre des chronomètres présentés au concours et qui, d'apres les indications des constructeurs, sont munis de spiraux plats ou cylindriques, à courbes terminales théoriques. Il dit, de plus (p. 8 du Rapport sur l'exercice de 1870):

« L'emploi du spiral à courbe Phillips est devenu presque général pour les montres de précision. »

» Le nombre total des chronomètres qui ont reçu, en 1870, des bulletins de marche, est de 168.

» Les spiraux à courbes terminales théoriques ont encore l'avantage de faire disparaître une cause d'irrégularité dans la marche, en annulant la pression exercée par le spiral contre l'axe du balancier. A ce point de vue, il est intéressant d'examiner le tableau suivant, dressé par le Dr Hirsch dans son dernier Rapport, et qui donne, par année, de 1862 à 1870, la variation diurne moyenne de la marche pour tous les chronomètres soumis au concours :

	Variation diurne moyenne.
En 1862, de	1,61 s
1863, ...	1,28
1864, ...	1,27
1865, ...	0,88
1866, ...	0,74
1867, ...	0,66
1868, ...	0,57
1869, ...	0,60
1870, ...	0,54

» Voici maintenant les résultats fournis aux deux points de vue précé-

(1) Ce dernier nombre résulte du Rapport sur l'exercice de 1870.

demment examinés par les quatre chronomètres classés les premiers au concours de 1869 :

	Variation moyenne du plat au pendu.	Variation diurne moyenne.
	s	s
N° 1. M. Ulysse Nardin, au Locle....... ...	+ 0,39	0,19
N° 2. MM. Grandjean et Cie, au Locle......	— 0,98	0,23
N° 3. M. Guinand-Mayer, aux Brenets......	— 1,07	0,24
N° 4. M. Ulysse Breting, au Locle.........	+ 2,41	0,26

» Voici encore le tableau analogue pour le concours de 1870, en passant le chronomètre n° 1, qui, ayant la construction de chronomètre de marine, n'a pas été soumis aux épreuves d'isochronisme (sa variation diurne moyenne a été seulement de $0^s,12$) :

	Variation moyenne du plat au pendu.	Variation diurne moyenne.
	s	s
N° 2. MM. Borel et Courvoisier, à Neuchâtel.	+ 0,59	0,17
N° 3. Association ouvrière, au Locle........	+ 0,71	0,21
N° 4. M. Paul Matthey-Doret, au Locle.....	+ 0,23	0,24
N° 5. M. Ulysse Nardin, au Locle.........	— 0,21	0,27

» Tous les chronomètres qui figurent dans les deux tableaux précédents sont munis de spiraux à courbes terminales théoriques.

» J'ajouterai que, comme règle générale, les balanciers des chronomètres font, dans la position verticale, des oscillations d'environ 440 degrés, angle que j'ai démontré, dans un Mémoire spécial, jouir de la propriété d'annuler les perturbations dues au poids du balancier, lorsque son centre de gravité n'est pas exactement situé sur l'axe de rotation.

» Avant de terminer cette Communication, je crois devoir signaler un fait qui a été découvert récemment par M. Grossmann, ancien régleur au Locle, et actuellement directeur de l'École d'horlogerie de cette ville. Il consiste en ce que les deux courbes terminales théoriques d'un spiral cylindrique peuvent être prises de types différents pour chacune d'elles. Cette loi, qui est importante dans l'application, a été démontrée d'une manière particulière, que je n'ai pas eu occasion de connaître, par M. Grossmann. De plus, elle a été vérifiée expérimentalement, au point de vue de l'isochronisme, notamment par M. Otto Kaurup, habile régleur du Locle. Je viens, de mon côté, de la démontrer mathématiquement comme conséquence d'un nouveau théorème général, que j'ai établi relativement au spiral réglant, et dont je donnerai la démonstration dans une prochaine Communication. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux* (4e Mémoire); *par* **M. Eug. Peligot.**

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises depuis plusieurs années sur la répartition des alcalis dans les végétaux, j'ai été conduit à examiner les terrains situés sur les bords de la mer, dans le département de la Vendée, qui m'ont fourni les plantes ayant servi aux études dont j'ai entretenu l'Académie dans sa séance du 20 décembre 1869.

» Ce dernier travail avait pour objet principal la recherche des sels de soude ou plutôt du sel marin dans les produits de l'incinération de ces plantes; j'ai montré qu'en effet ces produits renferment une assez grande quantité de chlorure de sodium, que les vents et la poussière des vagues déposent à la surface des végétaux soumis à leur influence; mais la présence du sel dans ces cendres n'implique en aucune façon que celui-ci ait été emprunté au sol par les radicelles de ces mêmes plantes : j'ai établi, par des analyses faites avec les plus grands soins, que les tubercules de pommes de terre venues dans ces terrains sont absolument exempts de produits sodiques, par cela même que leur mode de végétation les abrite du contact de l'air salé.

» Cette étude était le complément de recherches antérieures dans lesquelles j'ai montré que, contrairement aux idées reçues et à l'opinion des agronomes les plus autorisés, la plupart des végétaux cultivés délaissent les sels de soude, tandis qu'ils empruntent au sol l'*alcali végétal*, la potasse qu'ils y rencontrent sous diverses formes. Dans mon opinion, le remplacement de la potasse par la soude et la présence simultanée des deux alcalis qu'on supposait, d'après des analyses nombreuses, exister dans les végétaux, sont la conséquence d'un mode de dosage défectueux, qui a pour résultat d'attribuer aux produits analysés une quantité de soude d'autant plus considérable que l'analyse est elle-même plus mal exécutée. Souvent même cet alcali n'est dosé que par différence, de sorte que toutes les pertes dans la détermination des autres éléments comptent pour de la soude, alors même que la présence de cette substance n'a pas été établie par des essais préalables.

» Aucune expérience n'étant venue contredire ces résultats qui ont dejà quatre années de date, j'ai peut-être le droit de les considérer comme acquis à la science (1). Cependant je demande à l'Académie la permission de lui

(1) Je ne dois pas néanmoins passer sous silence les critiques qui m'ont été adressées, à plusieurs reprises, par M. Payen. L'argumentation de notre très-regretté confrère avait pour

soumettre une dernière expérience ayant pour objet de constater une fois de plus que, dans une terre contenant, comme toutes les terres cultivées, du sel marin, celui-ci est délaissé par certaines plantes, tandis qu'il est absorbé par d'autres : une betterave venue dans un carré de panais a été soumise à l'incinération, ainsi que les panais qui se trouvaient les plus proches d'elle, à une distance de quelques centimètres seulement. En suivant la marche que j'ai indiquée, il m'a été facile de constater la présence des sels de soude dans la betterave, qui est, comme on sait, une plante salifère, tandis que les panais, feuilles et racines, n'en contenaient pas.

» Je reprends maintenant la suite de mon dernier travail dans lequel j'ai montré que les sels de soude qu'on rencontre dans les plantes cultivées sur les bords de la mer ont pour origine le sel qui se dépose à la surface de ces plantes. J'avais entrepris, dès cette époque, l'analyse des terrains qui m'avaient fourni ces plantes; les événements que nous venons de traverser ont interrompu cette étude, que j'ai complétée et que je viens soumettre aujourd'hui à l'Académie.

» J'ai dit que ces plantes venaient des polders ou lais de mer situés dans la baie de Bourgneuf (Vendée), près de l'île de Noirmoutiers, et non loin de l'embouchure de la Loire. La mise en culture de ces terres conquises sur l'océan a donné lieu à une importante exploitation agricole, commen-

---

objet d'établir que diverses analyses de plantes faisaient mention de la soude contenue dans les produits de leur incinération. Ce point ne saurait être contesté, puisque le but de mon travail a été d'établir : 1° que plusieurs de ces analyses ne sont pas exactes; 2° qu'on a quelquefois confondu le sel déposé mécaniquement à la surface des plantes avec celui qu'elles peuvent emprunter au terrain par leurs radicelles. J'ajoute que parmi les plantes mentionnées par M. Payen, il s'en trouve qui, d'après mes propres expériences, contiennent réellement du sel, comme la betterave et divers végétaux appartenant à la famille des Atriplicées.

Néanmoins je reconnais qu'une des objections de M. Payen est fondée; dans un Mémoire publié antérieurement, je disais : « La plupart des plantes cultivées fournissent des cendres exemptes de sels de soude, attendu que les terrains dans lesquels elles se sont développées en sont eux-mêmes exempts. » C'est « à peu près exempts » qu'il eût fallu dire, ainsi que cela ressort clairement de la discussion à laquelle je me suis livré sur la présence nécessaire du sel marin dans tous les terrains, ce sel ayant pour origine l'eau pluviale, les engrais et les roches à base de soude décomposées par les agents atmosphériques.

N'étant pas parvenu à établir la présence de la soude dans les plantes qui, d'après mes expériences, n'en contiennent pas, M. Payen a eu recours à l'analyse spectrale : celle-ci, en raison même de son extrême sensibilité, n'a rien à faire, quant à présent du moins, dans les questions de chimie agricole.

cée il y a vingt ans environ par M. Hervé Mangon, et très-habilement dirigée depuis 1855 par M. Le Cler, ingénieur civil. Depuis cette époque, cinq polders, représentant une surface de 700 hectares environ et un développement de digues de plus de 18 kilomètres, ont été créés et mis en culture.

» M. Le Cler avait bien voulu m'envoyer un échantillon du sol, provenant de chacune des pièces de terre qui avaient fourni les plantes que j'ai étudiées. Ces terres ne reçoivent généralement pas d'engrais: celles qui sont désignées sous les noms de polders des Champs, du Dain et de la Coupelasse n'en ont pas reçu depuis leur enclôture, déjà ancienne, et dont la date est inscrite sur le tableau ci-après; formées des dépôts qui s'accumulent dans la baie de Bourgneuf, ces alluvions sont d'une grande fertilité et peuvent être cultivées sans engrais pendant de longues années: le curage des fossés procure seulement un léger amendement. Le polder dit de Barbâtre, situé dans l'île de Noirmoutiers, dont le sol est trop sablonneux, est le seul qui reçoive annuellement, par hectare, environ 20 000 kilogrammes de goëmons, recueillis sur la côte.

» Les polders ne sont séparés de la mer que par des digues de 4 à 5 mètres de hauteur. Avant leur endiguement, ils étaient couverts d'eau à chaque marée haute; une fois endigués, ils sont desséchés et dessalés par un système de drainage à ciel ouvert, qui consiste en un réseau de fossés avec pentes convenables pour l'écoulement des eaux pluviales. On verra, par l'examen du tableau ci-après, combien ces moyens de drainage sont efficaces.

» En dehors des terrains cultivés, le pays renferme de nombreux marais salants.

» Pendant les premières années de mise en culture, les récoltes sont misérables; elles vont en s'améliorant au fur et à mesure du dessalage des terres.

» Sauf pour le sel marin, dont la détermination a été faite avec précision, l'examen de ces terres a été fait par un procédé d'analyse sommaire, que je décris dans mon Mémoire. J'indiquerai seulement le procédé de dosage que j'ai suivi en ce qui concerne le chlore : ce dosage s'exécute au moyen d'une dissolution titrée renfermant $0^{gr},005$ d'argent par centimètre cube; en prenant la précaution de dépasser légèrement la quantité d'azotate d'argent qui amène la précipitation complète des chlorures, et en terminant le dosage avec la dissolution décime de sel marin dont chaque centimètre cube précipite $0^{gr},001$ d'argent, on arrive à déterminer avec

sûreté le chlore contenu, sous forme de chlorure, dans une liqueur très-diluée.

» Le tableau qui suit représente la composition des onze échantillons que j'ai examinés, avec leur désignation, le numéro de la pièce de terre et la date de leur mise en culture.

	POLDERS										
	DU DAIN			DES CHAMPS			DE BARBATRE			DE LA COUPELASSE	
	n° 2. — 1864	n° 8. — 1863	n° 10. — 1863	n° 1. — 1860	n° 7. — 1860	n° 11. — 1860	n° 4. — 1855	n° 6. — 1855	n° 9. — 1855	n° 3. — 1867	n° 5. — 1867
Eau	5,55	2,06	5,80	6,40	5,60	0,75	2,25	1,70	1,60	5,95	5,10
Argile, sable, oxyde de fer, débris de roches, etc.	77,76	77,20	79,99	80,58	79,18	72,35	84,52	81,87	84,53	79,55	79,45
Carbonates de chaux et magnésie	8,31	11,36	6,63	4,68	7,90	18,63	9,32	12,09	11,13	5 59	8,59
Matières organiques insolubles	8,25	9,23	7,45	8,07	7,14	2,14	3,70	4,14	2,54	8,75	6,68
Matières organiques solubles et sels minéraux solubles	0,13	0,15	0,13	0,27	0,18	0,13	0,20	0,20	0,20	0,16	0,18
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sel marin (qui se trouve dans les sels minéraux solubles fournis par 100 grammes de terre)	gr 0,016	gr 0,008	gr 0,008	gr 0,014	gr 0,006	gr 0,006	gr 0,051	gr 0,067	gr 0,056	gr 0,056	gr 0,018

» En jetant les yeux sur ce tableau, on voit avec surprise combien est petite la quantité de chlorure de sodium que ces terres renferment : elle varie, en effet, entre 60 et 600 milligrammes par kilogramme de terre, soit 6 à 60 cent millièmes. En réalité, elle est encore plus petite; car, d'une part, on a admis que tout le chlore appartient au sel marin, tandis que celui-ci peut être mélangé avec d'autres chlorures; d'autre part, on n'a pas tenu compte des graviers et des racines séparés par le tamisage de la terre.

» En comparant ces analyses à celles qui ont été exécutées sur ces mêmes terres, en 1863, par M. Hervé Mangon, à l'École des Ponts et Chaussées, on constate que le dessalage des polders s'est fait avec une assez grande rapidité; ainsi le polder du Dain, endigué en 1862, contenait, il y a huit ans, 1,76 de sel marin pour 100 de terre; celui de la Coupelasse 6,5; d'autres, plus

anciens, ne renfermaient déjà que de faibles quantités de sel qui n'ont pas été dosées.

» On sait depuis longtemps que les lais de mer de l'ouest et du nord de la France ne sont cultivés avec profit qu'autant qu'ils sont dépouillés de la plus grande partie du sel qu'ils renfermaient à l'origine; mais il était permis de douter que ce lavage dût être aussi complet; ces terrains, en effet, une fois mis en culture, ne renferment pas plus de sel que ceux qui sont situés à de grandes distances de la mer. Comme terme de comparaison, j'ai soumis à l'analyse, en suivant les mêmes procédés, un échantillon de terre des environs de Paris, d'une fertilité ordinaire qu'on entretient avec du fumier d'étable.

» Voici sa composition :

Eau	12,3
Argile, sable, oxyde de fer, etc	63,1
Carbonates terreux	21,1
Matières organiques insolubles	3,3
» et sels minéraux solubles	0,2
	100,0
Chlorure de sodium	$0^{gr},024$

» Soit 240 milligrammes par kilogramme de terre, c'est-à-dire une quantité plus considérable que dans plusieurs des échantillons des polders de la Vendée.

» Il est d'ailleurs inutile de faire observer que cette proportion de sel, en ce qui concerne ces lais de mer, doit nécessairement présenter de grandes variations; les échantillons des terres dont j'ai donné l'analyse avaient été prélevés au mois de mai, après les pluies abondantes de l'hiver et du printemps; les plantes qui en provenaient, dont la surface était incrustée de quantités de sel relativement beaucoup plus considérables, avaient été récoltées à la fin du mois de juillet.

» Il m'a paru intéressant de rechercher quelle est la quantité de potasse que renferment ces polders, tant sous forme de sels solubles, soit à l'état libre, soit dans les détritus d'origine organique, qu'à l'état de roches à base de potasse. A cet effet, on a opéré, pour le dosage des composés solubles, sur les liqueurs réunies provenant du lavage de 50 grammes de chacun des onze échantillons de terre ; ce résidu pesait $0^{gr},460$; il renfermait 0,027 de chlorure de potassium, soit 0,049 par kilogramme de terre. Les mêmes terres

préalablement calcinées, en contenaient beaucoup plus; soit par kilogramme $0^{gr},311$.

» Enfin, pour doser la potasse engagée sous forme de composés insolubles dans les débris de roches qui forment ces alluvions, on a attaqué par le carbonate de baryte ou par le carbonate de soude la terre préalablement calcinée, en suivant les procédés en usage pour l'analyse des produits vitreux. La quantité de potasse trouvée est considérable; elle varie entre 1, 8 et 3 pour 100 de terre : elle explique la fertilité de cette terre, pour le présent comme pour un avenir plus ou moins éloigné; elle rend compte en même temps de son origine géologique.

» Les faits que j'ai observés relativement à l'existence d'une très-petite quantité de sel marin dans les terrains des polders de la Vendée s'accordent, d'ailleurs, parfaitement avec ceux qui sont consignés par M. Barral dans l'importante étude qu'il a faite des maëres du Nord, aux environs de Dunkerque et sur les confins de la Belgique. Après le dessèchement de ces vastes terrains conquis sur la mer, les récoltes n'ont pas cessé d'être mauvaises pendant une quinzaine d'années; elles ne sont devenues bonnes qu'après que l'eau salée a été complétement enlevée par les moulins. Chaque fois que les maëres ont été inondées par des eaux salées, ainsi que cela est arrivé quatre fois en deux siècles par des faits de guerre ou de mauvaise gestion, la mise en culture ne s'est rétablie qu'après un long intervalle, tandis que la végétation reprend immédiatement après les inondations par les eaux douces. Il y a là, par conséquent, une expérience séculaire faite sur une très-grande échelle, puisque les maëres françaises et belges ont une superficie de 2278 hectares.

» Cependant, comme pour la plupart des faits agricoles, il ne faut pas trop se hâter de généraliser ces indications : elles concernent les terrains dits *salés* de l'ouest et du nord de la France; mais il en est autrement de ceux du midi dont la fertilité se maintient en présence d'une quantité de sel marin beaucoup plus considérable. Dans la Camargue, d'après M. Paul de Gasparin, les terres labourables sont extrêmement chargées de sel; elles blanchissent quand le temps est sec, par suite de la formation de cristaux de chlorure de sodium. La sortie du blé n'est assurée qu'en maintenant la terre dans un état constant de fraîcheur à la surface au moyen d'une couverture de litières.

» Il est possible que, sous l'influence d'une température plus élevée, et probablement aussi en raison de l'existence ou de l'addition de matières

fertilisantes plus abondantes, les effets dus à la présence du chlorure de sodium soient neutralisés ou amoindris. Cette opinion set rouverait d'ailleurs en harmonie avec celle qui est énoncée par Thaër dans ses *Principes raisonnés d'Agriculture* (traduction de Crud, 1812) :

« Lorsqu'on applique cette substance (le sel commun) au sol en trop grande quantité, la végétation en est complétement arrêtée; mais lorsque le sel a été lavé par les pluies et que peut-être il a été en partie décomposé par l'humus, il donne pendant les années suivantes beaucoup de force à la végétation. Lorsqu'on en épand une petite quantité sur un terrain riche, il produit un effet très-sensible, mais de courte durée; en revanche, cet effet est absolument nul lorsque cette petite quantité a été étendue sur un terrain appauvri..... Au reste, même sur le rivage de la mer, le sel est promptement entraîné hors du sol; en effet, lorsqu'on fait l'analyse des terrains de ce genre, on y trouve à peine quelques vestiges de cette substance. »

» On peut faire à l'affirmation de Thaër concernant les bons effets du sel sur les terrains riches cette objection, qu'il est bien difficile de dégager la part qui appartient à cette substance d'avec celle qui revient tant aux influences atmosphériques qu'aux matières fertilisantes dont le terrain est déjà pourvu : toutes les expériences faites sur les effets du sel sur la végétation laissent ce côté de la question entièrement dans le vague.

» Je n'ai pas besoin de faire remarquer que ces analyses des terres des polders laissent bien peu de doute sur la faculté qu'auraient les plantes venues dans ces terrains d'y délaisser le sel marin, de même que les plantes qui végètent dans l'intérieur des terres. Je ne parle pas, bien entendu, des plantes marines, comme les Salsolées, la betterave, etc. Il y a tout lieu d'admettre que, dans l'un comme dans l'autre cas, les mêmes plantes empruntent au sol les mêmes éléments. Je suis loin néanmoins de contester que, dans des cas fort limités, le sel puisse produire sur les récoltes un effet avantageux. Ces bons résultats trouveraient peut-être leur explication dans un fait qui, je crois, n'a pas encore été signalé, au moins en ce qui concerne son application à l'agriculture; c'est la propriété que possèdent les chlorures en général et notamment le chlorure de sodium de dissoudre des quantités très-sensibles de phosphate de chaux. Je pense être agréable aux partisans, encore nombreux, de l'emploi du sel comme amendement, en appelant leur attention sur ce point, qui mérite également d'être pris en considération par les géologues, en raison de la présence constante du chlore dans l'apatite et dans les phosphorites des terrains stratifiés. C'est peut-être à cette action dissolvante qu'il faut rattacher l'influence heureuse qu'on attribue au sel sur les récoltes des terrains déjà pourvus de matières fer-

tilisantes; cette propriété expliquerait l'habitude qu'ont les fermiers anglais d'ajouter une certaine dose de sel au guano, qu'ils consomment en si grande quantité. S'il est vrai, comme on l'assure, que le sel favorise le développement des plantes oléagineuses, notamment du colza, son intervention serait justifiée par le transport des phosphates terreux que ces graines contiennent en abondance, bien qu'elles ne renferment pas de sels de soude.

» Néanmoins, tout en tenant compte de ces faits, j'estime qu'il convient de renoncer aux exagérations dans lesquelles on est tombé sur l'utilité du sel pour la culture de la terre. Ces exagérations sont d'origine moderne. Or, même en agriculture, il ne faut pas dédaigner l'opinion des anciens : tous s'accordent à signaler les mauvais effets de cette substance.

» Sans remonter beaucoup au delà de l'ère chrétienne, Virgile, dans ses *Géorgiques* (liv. II, vers 228), dit « que les moissons viennent mal dans les » terres salées; qu'on ne peut même corriger leur mauvaise qualité par la » culture; la vigne et les arbres y dégénèrent également, etc. » Il donne même le moyen, un peu primitif, il est vrai, de faire l'essai des terres salées. Pline, tout en recommandant de donner du sel au bétail, n'en affirme pas moins qu'il rend la terre stérile. Au XVI[e] siècle, Olivier de Serres, dans son *Théâtre d'Agriculture,* ne parle aussi du sel que pour les *bestes de labour.*

» Ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a préconisé pour la première fois les bons effets du sel comme amendement. Des causes multiples ont concouru à persuader aux agriculteurs que ce produit à bon marché était appelé à contribuer puissamment à l'amélioration de leurs terres : le souvenir de l'ancienne gabelle, les influences locales intéressées à la vente du sel à bas prix, la demande incessante, au nom des besoins et des progrès de l'agriculture, de la suppression de l'impôt du sel, demande qui est devenue un moyen d'opposition contre le Gouvernement, quel qu'il soit; des essais plus ou moins bien dirigés dans le but d'affirmer son efficacité comme amendement; l'existence prétendue de composés sodiques dans les plantes cultivées; enfin, les idées de substitution de substances équivalentes empruntées au sol par les végétaux : telles sont les causes principales qui ont donné au sel une importance agricole que les anciens lui déniaient absolument. Parmi ces causes, les unes ne sont pas étrangères à la politique, et leur discussion serait déplacée dans cette enceinte; je demande néanmoins la permission de faire remarquer que, si la culture des terres est désintéressée dans la question du sel, l'impôt sur cette substance, malgré son impopularité, est peut-être encore l'un des impôts les moins vexatoires et les moins lourds à supporter. Quant aux autres causes, elles sont

du domaine de la science, et, sous ce rapport, j'ai lieu d'espérer que, si les expériences qui font l'objet de ces études ne sont pas infirmées, elles contribueront à réduire à sa juste valeur la part qu'on attribue au sel dans la production et dans l'amélioration des récoltes. »

Après la lecture de ce Mémoire, M. Dumas et M. Chevreul prennent successivement la parole :

« **M. Dumas** a écouté avec un vif intérêt la lecture importante que l'Académie vient d'entendre, et qui résume les longues études de notre savant confrère sur la distinction entre les plantes à potasse et les plantes à soude.

» M. Dumas signale la question des terrains dits *salants*, auxquels M. Peligot a fait allusion, et qui sont bien connus des riverains de la Méditerranée, comme ayant été l'objet, de la part de M. Paul Bérard, d'un travail encore inédit, qui devait être présenté aujourd'hui même à l'Académie. Quoiqu'il ne lui soit pas parvenu, M. le Secrétaire perpétuel, qui en a pris connaissance, constate que l'auteur l'a poursuivi d'une manière indépendante.

» Il ajoute, comme se rattachant au sujet étudié par M. Peligot, que des circonstances dignes d'être signalées se sont produites autour de Carentan, par suite de la submersion, au moyen de l'eau de mer, de vastes étendues de terrain, pour la défense de la presqu'île de Cherbourg. L'eau douce, remplacée d'abord par l'eau salée, et celle-ci l'étant maintenant par l'eau douce, il en est résulté, sur la végétation, des effets considérables. Dans la belle propriété de M. Lafosse, où des plantes variées et rares se trouvaient réunies en grand nombre, beaucoup ont péri ; d'autres, et parfois du même genre, ont résisté ; d'autres, enfin, se sont reproduites avec une fécondité exceptionnelle, et se sont étrangement multipliées. M. Lafosse a bien voulu, à la demande de M. le Secrétaire perpétuel, dresser une sorte de procès-verbal de ces faits intéressants, pour être communiqué à l'Académie. Il serait à désirer que son exemple fût imité par toutes les personnes qui ont été dans le cas d'observer des phénomènes de ce genre. »

« **M. Chevreul** partage l'opinion de M. Dumas relativement à la nécessité de distinguer les plantes qui ne renferment que de petites quantités de soude, et auxquelles la potasse semblerait suffire, des plantes qui ont un besoin indispensable de soude et un moindre de potasse.

» M. Chevreul est de l'avis de M. Peligot relativement à l'exagération qu'on a faite des quantités de soude nécessaires aux plantes, et même aux animaux. On peut voir l'opinion qu'il a émise à ce sujet dans le *Conseil*

général des manufactures, le 15 de janvier 1846. Son opinion est conforme à celle qu'il avait énoncée antérieurement lorsqu'il combattait l'expression d'*engrais normal* dont M. de Gasparin s'est servi dans son *Traité d'Agriculture*, après une discussion qu'il eut avec son excellent ami.

» Il ne reconnaît d'expression juste pour qualifier l'engrais que l'épithète de *complémentaire*, exprimant *ce qu'il faut ajouter à un sol donné pour y cultiver une plante donnée.*

» Il applique encore l'épithète de *complémentaire* à la quantité de sel (chlorure de sodium) qui, manquant à un *sol* ou à une *ration*, doit y être ajoutée.

» Ce qui l'a décidé à prendre la parole après la lecture du Mémoire intéressant que M. Peligot vient de lire, c'est de demander à son excellent confrère qu'il veuille bien exposer le *procédé au moyen duquel il a dosé la potasse et la soude*. C'est pour sa propre instruction, car il a éprouvé la plus grande difficulté à la recherche de la soude dans le *suint*. Il demande pardon d'importuner encore l'Académie de ce mot qu'il a prononcé si souvent devant elle. Cependant elle l'excusera sans doute lorsqu'elle apprendra que, avant-hier, une personne est venue le consulter sur un projet d'établir un grand lavage de laine dans le midi de la France, en lui disant : « *J'ai* » *appris, par un* JOURNAL ALLEMAND, *que vous vous occupiez du suint*, et je » viens vous demander quelques avis sur mon projet. »

» Je reviens à ma question. Elle est fondée probablement sur mon impuissance de doser le chlorure de potassium et le chlorure de sodium au moyen du chlorure de platine. Jusqu'ici, dans les petites quantités qui étaient à ma disposition, le chlorure, qui devait être, d'après le procédé, à base de sodium comme soluble dans l'alcool, était, sinon en totalité, du moins en partie, à base de *potassium*. Je le répète, c'est en cherchant, après la séparation du chlorure de potassium, le chlorure de sodium dans l'alcool, que j'ai trouvé le chlorure de potassium.

» Eh bien! je me suis aperçu, dans plusieurs cas analogues, combien on peut s'être trompé dans l'évaluation des proportions de divers corps donnée comme facile. Si les procédés de dosage conseillés ne sont pas défectueux, ils manquent souvent de la précision nécessaire pour assurer la certitude des résultats.

» L'expérience dont je parle est tout à fait d'accord avec l'observation de M. Peligot, que l'on a exagéré fort souvent la proportion de la soude dans les analyses végétales, et j'ajoute que souvent on a été trompé par les alcalis du verre des vaisseaux, soit de ceux qui renferment les réactifs, soit de ceux qui servent aux expériences de recherches. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim d'étoiles filantes de novembre, les* 12, 13 *et* 14 *du présent mois, dans les stations de l'Association scientifique de France.* Note de **M. Le Verrier.**

« L'Académie a bien voulu accueillir avec intérêt l'exposé que j'ai eu l'honneur de lui présenter en août au sujet des observations faites par les soins de l'Association scientifique de France du groupe d'étoiles filantes, dit les Perséïdes. C'est un devoir pour nous de lui rendre compte des progrès ultérieurs qu'a faits cette question. Ils sont assez importants.

» Les observations recueillies dans 17 stations françaises et dans 8 stations italiennes en connexion avec les nôtres se comptent par milliers. Dans une conférence qui fut tenue à Marseille, en novembre 1869, entre les observateurs, il fut décidé à l'unanimité que les observations n'iraient point s'enterrer dans un établissement central, mais qu'elles seraient publiées et mises à la disposition de tous, afin que chacun pût tirer les conséquences qu'elles pourraient comporter. Le Conseil de la Société adopta les conclusions de la conférence de Marseille. Nous avons la satisfaction de placer sous les yeux de l'Académie, à l'état d'impression, les nombreuses observations que nous lui présentions, il y a deux mois, à l'état de manuscrit. Grâce à cette ponctualité dans la publication, aucun de nos collaborateurs ne manquera au rendez-vous que nous leur donnons pour les observations à faire du 12 au 14 de ce mois. Le nombre de nos stations a même continué à s'accroître et est porté à 30.

» Toutes les observations d'une même époque sont, comme on le sait, rapportées au temps d'une même station, grâce aux comparaisons des chronomètres effectuées au moyen des lignes télégraphiques que M. le directeur Pierret a bien voulu mettre à notre disposition. On peut donc, au premier coup d'œil, juger des étoiles qui sont communes à plusieurs stations; on a eu la satisfaction de reconnaître qu'il y en a un très-grand nombre. Il y a lieu de s'en féliciter, car nous allons voir que ces observations communes vont devenir l'élément essentiel de la discussion, et qu'elles donneront sans doute la clef d'un phénomène remarquable.

» L'essaim des étoiles filantes de novembre est considéré comme résultant d'un flux de particules cosmiques, qui, circulant dans une ellipse de 33 ans et $\frac{1}{3}$ autour du Soleil, viennent se jeter sur la Terre, dans l'atmosphère de laquelle elles s'embrasent. Suivant les règles de la perspective, elles devraient toutes paraître radier d'un même point, qu'on a placé

dans la constellation du Lion. Or les observations nombreuses des dernières années ont fait reconnaître qu'il s'en faut que le point radiant soit toujours le même. Dans la nuit du 12 novembre 1869, par exemple, la grande majorité des météores ne venait en aucune façon du Lion, mais bien plutôt d'une région située plus au nord-ouest.

» Cette circonstance, signalée immédiatement par tous les observateurs, ne peut point être révoquée en doute. Nous avons cru devoir nous en rendre un compte plus précis, afin de mieux apprécier la suite qu'il conviendrait de donner à l'ensemble de nos opérations. Nous avons l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie des cartes très-exactes, sur lesquelles nous avons relevé la route d'un grand nombre de météores du 12 novembre 1869, et chacun de nous y peut voir qu'il en émane peu du Lion.

» Ce fait important, se trouvant bien établi, apporte dans l'étude de la question de grandes complications. La variation du phénomène, d'un jour à l'autre, d'une heure à l'autre peut-être, serait-elle due à l'action de l'atmosphère de la Terre, ou bien tiendrait-elle aux conditions cosmiques du phénomène?

» Nous ne serions pas en mesure de répondre à une telle question. Nous présenterons cependant quelques considérations sur le sujet, afin de pouvoir tracer la route dans laquelle il va convenir que nos collaborateurs veuillent bien entrer.

» Si le changement du point de radiation apparent provenait de la résistance de l'atmosphère à la marche des météores, on devrait voir ce point varier avec l'heure de la nuit et se rapprocher du Lion à mesure que la constellation, qui se lève vers minuit, va en s'élevant sur l'horizon. Nous avons, pour en juger, groupé les observations suivant les heures où elles ont été faites. L'influence de l'heure ne se voit pas sur les cartes que je présente à l'Académie. Il faudra, toutefois, que le travail soit étendu à toutes les étoiles observées avant de se permettre de rien conclure sur ce point.

» Si, au contraire, le phénomène est cosmique, il pourra varier avec les jours, mais sans aucune relation avec l'heure de la nuit et l'élévation des constellations.

» Nous serons en mesure de ne point nous en tenir, dans cette discussion, aux pures apparences. En considérant les météores observés dans deux stations à la fois, nous pouvons arriver à déterminer leurs orbites, leur route réelle, et, en les comparant entre elles, nous arriverons à nous former des éléments de conviction.

» Si nous trouvons que, pour un groupe nombreux des étoiles, toutes les

routes sont parallèles et viennent d'une direction déterminée, si nous trouvons que, pour un autre groupe, elles sont encore parallèles entre elles, mais viennent d'une direction toute différente de la première, il faudra bien reconnaître que le phénomène est cosmique, et admettre qu'il est plus complexe qu'on ne l'avait d'abord supposé.

» Mais ce travail de détermination d'orbites très-nombreuses est immense : encore bien que l'on doive se dispenser d'y appliquer un calcul précis, et qu'il suffise de recourir à des constructions géométriques empruntées à la méthode des plans cotés.

» Nos collaborateurs n'ont pas reculé devant la détermination des ascensions droites et des distances polaires du commencement et de la fin de la trace visible du météore; et c'est grâce à leur zèle et à cette division du travail, et aussi, il est juste de le dire, à l'empressement de l'imprimerie Gauthiers-Villars, qu'en deux mois toutes les observations ont pu être réduites et imprimées. On peut être certain que le zèle de nos collaborateurs grandira avec les difficultés nouvelles que présente la question. L'appel que nous leur faisons aujourd'hui devant l'Académie sera entendu. Toutes les orbites seront déterminées, et, dans peu de mois, nous l'espérons, l'Association sera à même de présenter à l'Académie les nouveaux résultats obtenus.

» Pour arriver avec sécurité à établir l'entente et l'harmonie nécessaires dans le travail, il serait extrêmement utile de reprendre, en cette année 1871, et après les observations qui vont être faites, la réunion des observateurs qui eut lieu en novembre 1869. On y discuterait les méthodes pour la détermination des orbites, et on les amènerait à un état de simplicité suffisant pour que chacun, avec quelques notions de géométrie linéaire, pût donner un concours très-utile. Cette conférence, qui devra être tenue dans le midi, nous la proposons; espérant que ceux qui se sont déjà occupés de ces discussions, MM. Breton, Denza, Goulier, Lespiault, Stephan, Tissot et Wolf, dont le concours est nécessaire pour les prochaines observations, nous le donneront aussi pour l'examen des méthodes et pour la discussion des observations.

» Lorsque les faits auront été bien établis, il sera temps de mettre la théorie d'accord avec eux. Si le phénomène est d'une nature cosmique, il faudra expliquer comment il se peut faire que deux flux d'étoiles, différents en apparence, puissent ainsi se donner rendez-vous à une même époque de l'année en un même point de l'orbite terrestre. Si l'on ne veut pas s'en rapporter à un pur hasard au sujet de cette coïncidence, il faudra sans doute considérer que la masse d'astéroïdes qui a été jetée sur la Terre, qu'elle eût

ou non subi auparavant des perturbations, a été subdivisée par l'action de la Terre elle-même, et que des parties notables de la masse primitive ont été déviées et jetées dans d'autres directions, tout en restant astreintes à revenir passer périodiquement dans les environs du même point de l'orbite terrestre. Il restera ensuite à expliquer comment ce retour a lieu pour les unes et les autres masses dans les mêmes années, et l'on en trouvera peut-être la raison dans un allongement progressif des diverses parties d'essaims sur leurs orbites, allongement qui tend à distribuer leur matière en forme d'anneaux. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse* (suite); *par* **M. P.-A. Favre.**

« Les Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie par l'entremise de mon illustre maître, M. Dumas, et qui sont consignées dans une série de Mémoires présentés successivement depuis près de deux mois, sont le fruit d'un travail poursuivi pendant deux années consécutives. Les malheurs des temps m'avaient détourné de rédiger ces recherches partielles, au moment même de leur achèvement, et ne m'auraient pas permis, d'ailleurs, de les faire parvenir à l'Académie.

» Ces recherches, dont on voudra bien reconnaître la liaison naturelle, seront encore complétées par quelques nouvelles Communications que je me propose de soumettre à l'Académie. Qu'il me soit permis de consigner ici, dès maintenant, l'expression de ma reconnaissance pour l'accueil bienveillant que la savante Compagnie a daigné faire à ces travaux.

» L'interprétation des résultats fournis par l'électrolyse des bases alcalines et de leurs sulfates (1) m'a conduit à conclure : « qu'à l'égard des acides sulfurique et azotique (2) aussi bien qu'à l'égard des oxydes alcalins » et de leurs sulfates, la quantité de chaleur empruntée à la pile ne peut » être considérée comme l'expression thermique de leur formation, et qu'il » ne peut en être ainsi, qu'autant que les éléments constituants métalloïdiques et métalliques des corps électrolysés restent en liberté. Cette » circonstance se présente pour les acides chlorhydrique et iodhydrique, » par exemple, électrolysés dans le voltamètre à cloison (3). »

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 767.

(2) Ce ne sont pas les seuls, ainsi que je crois l'avoir démontré depuis.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 776.

» Les résultats des nouvelles expériences que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie semblent confirmer cette manière de voir et montrent également combien l'emprunt de chaleur fait à la pile par les corps soumis à l'électrolyse peut varier avec l'énergie voltaïque de cette pile.

» La méthode expérimentale est celle que j'ai adoptée dans l'électrolyse des oxydes alcalins et de leurs sulfates, avec amalgamation du métal mis en liberté, et dont j'ai donné la description dans ma dernière Communication (1). Les expériences ont été calculées de la même manière.

» Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

CORPS soumis à l'électrolyse.	COUPLES de renfort.	CHALEUR empruntée à la pile pour électriser 1 équivalent des corps mis en expérience (2).	VOLUME de gaz hydrogène dégagé dans chaque couple en 35 min.	ANGLE.	CHALEUR qui reste confinée dans le voltamètre.	VOLUME de gaz hydrogène dégagé dans chaque couple en 35 min.	ANGLE à la boussole.
Ac. acétique	5 et sans thermorhéostat.	116960	145,5	1°,05			
	4	113229	88,0	0,70			
	3 et sans thermorhéostat.	106333	113,0	0,80			
	3	102816	74,0	0,60	61618	84,0	0°,65
	0	62932	28,0	0,20	38135	40,5	0,30
Acétate de zinc	5 et sans thermorhéostat.	89225	605,0	4,40			
	3	84232	206,0	1,45			
	1	66198	80,0	0,65			
	0	62572	28,0	0,20	21405	47,0	0,35
Ac. formique	3 et sans thermorhéostat.	89572	328,0	2,35			
	3	91392	189,5	1,35	59099	138,0	1,20
	0	61032	56,0	0,40	52220	75,0	0,60
Formiate de cuivre	0	42295	158,5	1,15	45590	108,0	0,90
Ac. oxalique $\frac{C^4O^8H^2}{2}$	0	38635	171,0	1,25	31471	111,0	1,10
Ac. sulfurique	1	54072	219,0	1,55			
	0	49670	108,5	0,85	14375	140,0	1,90
Ac. phosphorique monohydraté	0	52265	79,0	0,55	18091	114,0	0,80
Ac. phosphorique hydraté	1	59844	172,0	1,35	25585	161,0	1,25
	0	50960	73,0	0,60	22865	106,0	0,80

» Dans le tableau qui suit se trouvent inscrits le volume et la composi-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1036.

(2) Les nombres obtenus en opérant avec le voltamètre cloisonné ou avec le voltamètre non cloisonné ont été sensiblement les mêmes.

tion des mélanges gazeux fournis par le voltamètre non cloisonné (1). Dans ces expériences un thermorhéostat était placé dans le circuit. Le volume des mélanges gazeux correspond à 100 volumes d'hydrogène dégagé dans chacun des couples de la pile.

CORPS soumis à l'électrolyse.	NOMBRE des couples de la pile.	DURÉE.	VOLUMES GAZEUX fournis		ANALYSE DES GAZ fournis par le voltamètre.		VOLUME DES GAZ manquant.	
			par chacun des couples.	par le voltamètre.	Hydrogène.	Oxygène.	Hydrogène.	Oxygène.
Ac. acétique....	7	$1^h 13'$	100	112,82	83,66 (2)	29,16	16,34	20,84
	5	$2^h 11'$	Id.	84,00	63,02	20,98	36,98	29,02
Ac. formique...	6	18′57″	Id.	100,00	100,00			
	5	34′5″	Id.	99,75	99,75			
Ac. oxalique....	4	$1^h 9'2''$	Id.	99,59	99,59			
Ac. sulfurique..	5	41′	Id.	116,40	78,27	38,11	21,73	11,89

» L'interprétation des résultats que je viens de faire connaître m'a conduit à formuler les conclusions suivantes :

» Lorsque l'électrolyse est difficile, comme celle de l'acide acétique, par exemple, et lorsque l'énergie voltaïque de la pile est faible, il semble que les réactions qui se produisent ordinairement après la réaction électrolytique proprement dite, et qui mettent en jeu de la chaleur non transmissible au circuit, tendent à se fondre avec elle pour augmenter d'autant l'énergie de la pile. Tels seraient, par exemple, dans le voltamètre, la combustion de l'hydrogène qui provient de l'électrolyse; l'oxydation des corps par l'oxygène qui provient également de l'électrolyse; et, peut-être, la décomposition des radicaux, mis en liberté, lorsque ces radicaux ne peuvent pas décomposer l'eau et sont *explosifs*, comme le radical métalloïdique de l'acide oxalique, par exemple.

» Lorsqu'on augmente de plus en plus l'énergie voltaïque de la pile en multipliant le nombre de ses couples, de telle sorte qu'elle puisse donner facilement toute la chaleur nécessaire à l'électrolyse, il semble, au contraire,

(1) Je ferai remarquer que le mélange gazeux qui provenait du voltamètre ne renfermai jamais d'acide carbonique, parce que ce mélange était recueilli sur de l'eau alcaline.

(2) D'après M. Bourgoin l'hydrogène restant serait mélangé à une faible quantité d'oxyde de carbone, et peut-être d'hydrure d'éthylène.

que son énergie voltaïque est de moins en moins renforcée par la chaleur que mettent en jeu les réactions qui tendent à se fondre le plus facilement avec la réaction électrolytique proprement dite, telle que la réaction des radicaux salins sur l'eau, par exemple.

» D'où il résulterait, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, qu'il devient souvent très-difficile de faire la part exacte de la chaleur mise en jeu dans la pile et qui est transmissible ou non transmissible au circuit.

» M. Bourgoin, dans ses intéressantes recherches sur l'électrolyse des acides organiques, n'a pas comparé le volume des mélanges gazeux recueillis à l'électrode positive de son voltamètre et analysés, au volume d'hydrogène dégagé en même temps soit à l'autre électrode du voltamètre, soit sur le platine d'un couple de Smée placé dans le circuit de la pile dont il faisait usage. Je peux dire, néanmoins, qu'aucune de ses conclusions n'a été infirmée par mes expériences. En effet, les acides organiques que M. Bourgoin a mis en expérience semblent s'être électrolysés comme on pouvait le prévoir, c'est-à-dire à la façon de l'acide sulfurique, par exemple; seulement, tandis que le radical métalloïdique acétique, mis en liberté, semble décomposer l'eau, et se comporter en tout comme le radical sulfurique, les radicaux métalloïdiques formique et oxalique (ainsi que l'iode, par exemple) ne paraissent pas agir sur l'eau et de plus paraissent se décomposer eux-mêmes en dégageant beaucoup de chaleur (1).

» Voyons ce qui se passe pour l'acide oxalique, par exemple, que je formulerai pour les calculs qui vont suivre par C^2O^4H, c'est-à-dire par $\frac{C^4O^8H^2}{2}$.

» J'ai montré, d'une part, que l'acide oxalique étendu d'eau dégageait 30140 calories en se transformant en acide carbonique et en eau, et que 2 équivalents de charbon et 1 équivalent d'hydrogène, c'est-à-dire la quantité de chacun de ces corps que renferme cet acide, dégageaient 131422 ca-

(1) Il sera cependant nécessaire, dans l'électrolyse des acides formique et oxalique, de comparer le volume de l'acide carbonique qui provient de la décomposition de leurs radicaux métalloïdiques, au volume de l'hydrogène qui se dégage en même temps, soit dans le voltamètre, soit dans l'un des couples de la pile, pour s'assurer que les réactions sont bien telles qu'on a pu le supposer.

Pour l'acide formique :	Réaction électrolytique.......	$2(C^2O^4H^2) = 2(C^2O^4H) + 2H$
	Décomposition du radical.....	$2(C^2O^4H) = 2CO^2 + C^2O^4H^2$
Pour l'acide oxalique :	Réaction électrolytique.......	$C^2O^4H = C^2O^4 + H$
	Décomposition du radical.....	$C^2O^4 = 2CO^2$

lories, par leur combustion complète. La différence, 101282, entre ces deux nombres, est donc l'expression thermique de la formation de l'acide oxalique étendu. D'autre part, il résulte des expériences qui font l'objet de cette Communication, que, pour électrolyser l'acide oxalique et séparer ses éléments constituants, C^2O^4 et H, il faut lui restituer 38635 calories, qui, soustraites de 101282, donnent 62647 calories pour l'expression thermique de la formation du radical C^2O^4. Il résulte de là que le radical métalloïdique C^2O^4, composé *explosif* comme le radical métallique, H^4Az, doit dégager 34313 calories, en se décomposant spontanément pour donner naissance à 2 équivalents d'acide carbonique. En effet, ce nombre est la différence entre les 96960 calories (qui sont l'expression thermique de la formation de 2 équivalents d'acide carbonique) et les 62647 qui sont également l'expression thermique de la formation du radical C^2O^4. Cette quantité de chaleur que le radical C^2O^4 doit dégager en se décomposant est, sans doute, plus considérable que la quantité de chaleur accusée par le calorimètre, qui n'a été que de 31471 calories. Ce nombre paraîtra d'autant plus faible, si l'on considère qu'il doit comprendre la chaleur due à la modification que subit l'hydrogène produit dans le voltamètre en même temps que l'acide carbonique résultant du radical oxalique décomposé : mais il faut bien reconnaître que, d'un côté, les erreurs qui peuvent entacher les déterminations thermiques, à l'aide desquelles on a calculé le nombre 34313, ont pu s'accumuler pour en faire un nombre trop élevé, et que, d'un autre côté, le nombre 31471 pourrait bien être trop faible.

» En terminant, je crois devoir rappeler le travail que nous avons publié, J.-T. Silbermann et moi, sur la combustion de divers composés organiques, choisis soit parmi des substances isomères, soit parmi des composés appartenant à une même série ou à des séries dérivées et parallèles. En procédant ainsi, nous adoptions la seule méthode susceptible de conduire à la découverte des lois thermiques qui régissent les relations mutuelles de ces corps et qui président à leurs diverses transformations.

» Le travail que je rappelle ici, entrepris il y a bientôt trente ans, nous semblait appelé à tracer à la chimie organique une voie nouvelle. A ce travail, il n'a, je crois, été ajouté, jusqu'à présent, aucune nouvelle donnée expérimentale. Ce qu'on en a pu tirer depuis s'y trouvait implicitement compris ou nettement signalé. Il restait cependant à compléter ces résultats par des recherches spéciales sur l'électrolyse de quelques-uns des composés, dont la chaleur de formation avait été déterminée par des combustions directes. On pouvait ainsi envisager la synthèse de ces composés à un

point de vue nouveau. Lorsque ces recherches seront terminées, le moment sera venu de faire, pour les composés organiques, ce que nous avons fait pour les sels, lorsqu'il s'est agi d'établir la loi des *modules* qui préside à leurs transformations. »

CHIMIE. — *Observations sur la solubilité du chlorure d'argent à propos d'une Communication récente de M.* Stas; *par* **M. Is. Pierre.**

« La Note de M. Stas, insérée aux *Comptes rendus* du 23 octobre dernier, m'a rappelé quelques faits que j'ai eu l'occasion d'observer à l'École des Mines, en 1844.

» Il s'agit de la solubilité du chlorure d'argent dans les liqueurs acides.

» I. Lorsqu'on verse, à froid, et goutte à goutte, de l'azotate d'argent en solution un peu étendue, dans de l'acide chlorhydrique concentré, et qu'on agite rapidement, le chlorure d'argent qui se forme se dissout immédiatement et tellement vite, au début, que souvent on a peine à l'entrevoir. La proportion de chlorure d'argent qui se dissout ainsi *peut dépasser un demi pour* 100 du poids de l'acide chlorhydrique employé.

» Par une addition d'eau, la solution se trouble, et le trouble devient d'abord d'autant plus intense que la quantité d'eau ajoutée est plus considérable; mais il est assez difficile de précipiter ainsi la *totalité* du chlorure d'argent.

» II. Lorsqu'on distille de l'acide azotique sur une petite quantité de chlorure d'argent pulvérulent, on voit le chlorure d'argent disparaître peu à peu; mais ici ce n'est plus une simple dissolution, car on trouve, dans la cornue, de l'azotate d'argent cristallisé au lieu de chlorure, lorsque l'opération est à peu près terminée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

SÉRICICULTURE. — *Confection industrielle de la graine cellulaire des vers à soie* (*application des principes de* M. L. Pasteur). Note de **M. Guido Susani.**

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« Au point de vue scientifique, je ne crois pas que, après la publication du remarquable ouvrage édité en 1870, par M. Pasteur, il y ait un mot à retrancher ou à ajouter aux conclusions par lesquelles l'éminent Membre

de l'Institut nous a donné, avec une certitude toute scientifique, les moyens de combattre la pébrine et d'en prévenir le retour.

» Ayant suivi depuis 1865, par les Communications faites à l'Académie des *Sciences*, les études de l'illustre savant, et convaincu, dès 1869, de l'efficacité incontestable du procédé, je me suis appliqué à rendre industrielle la confection de la graine *cellulaire*. Par le grainage cellulaire, non-seulement on est bien sûr de se procurer des graines absolument garanties contre la maladie des corpuscules, mais encore on a le moyen de choisir les pontes en se laissant guider par d'autres considérations dont la valeur va tous les jours en augmentant.

» Dans la pensée de M. Pasteur, le grainage cellulaire était limité à pourvoir au besoin des éducations faites en vue du grainage, qu'il appelle *industriel*. Il ne prévoyait pas qu'on pourrait donner, dès ce moment, au grainage cellulaire une extension en rapport avec l'étendue du besoin qu'on a de la graine dans les pays à grande industrie séricicole. Il doutait peut-être qu'il fût possible de confectionner la graine cellulaire à un prix de revient qui en permît l'emploi aux magnaniers pour les cocons destinés à la filature. Mais, si l'on arrive à satisfaire aux conditions indispensables de quantité et de prix, tout le monde devra préférer l'emploi des graines cellulaires. M'étant appliqué à résoudre ce problème, après deux années d'expériences, j'ai la certitude d'avoir atteint le but.

» En effet, j'ai réussi, en 1871, à organiser un véritable atelier, qui a produit à peu près 2000 onces de graine cellulaire dans les meilleures conditions possibles. J'ai acquis, en outre, par cette expérience déjà assez considérable, la certitude qu'on peut arriver, avec facilité, à une production illimitée; de même que, dans une filature, on augmente la production avec le nombre des broches. Quant au prix de revient, en l'ajoutant au prix marchand d'une bonne graine industrielle (telle que la livre M. Raybaud-Lange, opérant d'après les indications de M. Pasteur), le total reste dans des limites qui, en raison de la plus-value de la marchandise, doivent faire préférer, par tout magnanier intelligent, l'emploi de la graine cellulaire. L'importance du résultat doit s'apprécier pour les pays à grande production. En effet, si, dans un pays à petite production, il est facile d'arriver, avec de la graine cellulaire, à avoir des cocons aptes au grainage industriel, il n'en est pas de même dans les pays où le grand nombre des éducations constitue un milieu redoutable d'infection. Or, par ma méthode, on peut arriver, dans ces pays mêmes, à produire autant de graines cellulaires qu'il en faut pour leurs besoins, car les lots à 10 et

même à 20 pour 100 d'infection qu'il faut rejeter, s'il s'agit de grainage industriel ordinaire, sont encore convenables pour le grainage cellulaire, surtout lorsque, comme je le pratique, on examine, au microscope, le mâle aussi bien que la femelle de chaque ponte.

» Ceci dit, je passe à l'exposition de mon procédé. A l'aide d'une cellule spéciale et d'une petite boîte que j'ai imaginée pour y caser la cellule, pendant l'opération de la sélection, il permet d'opérer aussi en grand qu'on voudra, et d'écarter plusieurs causes d'erreur propres aux autres systèmes.

» Ma cellule consiste en un petit sac en tarlatane ordinaire, obtenu en pliant en deux un rectangle d'étoffe de 9 centimètres sur 18 centimètres. On le coud avec du fil très-mince des deux côtés, et l'on ferme l'embouchure par un gros fil, qui fait coulisse, à peu près comme le cordon d'une bourse à tabac. Le sac étant fermé, il peut être suspendu par la boucle de la coulisse. Chaque cellule est gonflée au fur et à mesure qu'on veut s'en servir, en y passant un tampon cylindrique en bois; à cause de l'apprêt, la forme donnée par le moule se conserve parfaitement.

« Les cocons étant disposés en *filanes*, on procède à la mise en cellule des couples, aussitôt que l'accouplement a eu lieu. Chaque couple est disposé au fond du petit sac, qu'on ferme de suite, en faisant jouer la coulisse, et qu'on suspend à un cadre de bois garni de tringles parallèles sur lesquelles sont fixées, à distance de 6 centimètres, de petites pointes en fer. Ces châssis, pendant qu'on les garnit des *sacs-cellules*, sont suspendus à un poteau spécial. Après le garnissage, on les place dans une cage où ils entrent à coulisse. Mes châssis sont hauts de $1^m,80$ sur $0^m,90$ de large. Les cages sont une espèce d'armoire à parois extérieures en toile métallique très-serrée, pour empêcher les dégâts énormes que produit le Dermeste du lard, lorsqu'on n'arrive pas à l'empêcher de déposer ses œufs auprès des papillons. Recevant huit cadres, chaque cage peut contenir jusqu'à 10000 cellules. Le couple, étant renfermé dans le sac, est dans les meilleures conditions d'aération, et l'on évite toute chance d'erreur, lorsqu'il s'agit d'identifier les générateurs de chaque ponte. Un grand nombre d'ouvriers peuvent opérer sous l'inspection d'un contre-maître. Déjà, cette année, j'ai réussi à mettre en cellule jusqu'à 35000 couples par matinée. En appliquant au travail autant d'ateliers qu'il est nécessaire, composés chacun de trois ouvrières opérant sur 4 mètres carrés de surface de filanes, on peut traiter autant de couples qu'on voudra. J'ai mis en cellule, cette année, 270000 couples; je prépare pour l'année prochaine un million de cellules,

convaincu par expérience que l'opération pourra se faire sans difficulté. Or, en admettant un déchet, même de 30 pour 100, tant en raison des corpuscules que pour d'autres causes d'élimination, un million de cellules donnera environ 10000 onces, c'est-à-dire à peu près un dixième de la graine qu'on peut *utilement* élever pour la filature, par exemple, dans le département de l'Ardèche, un des trois départements français où la production séricicole est la plus considérable.

» On examine au microscope le couple de chaque ponte, après l'avoir broyé dans un petit mortier. Dans cette opération, l'essentiel est qu'il n'y ait pas d'erreur sur la ponte à laquelle se rapporte chaque observation microscopique. J'ai rendu toute erreur de cette espèce matériellement impossible, en reliant d'une manière sûre, à l'aide de ma *boîte à sélection*, chaque ponte avec ses générateurs, même lorsque ceux-ci sont broyés dans le mortier. Cette boîte en bois est divisée en deux compartiments par un diaphragme. Dans l'un des compartiments est le mortier, dans l'autre on met le sac-cellule qui renferme la ponte avec les cadavres de ses générateurs. Il est évident qu'en posant auprès du microscope une seule boîte à la fois il n'y a pas d'erreur possible, puisque les papillons qu'on examine, après les avoir sortis du sac, sont bien les générateurs de la ponte qu'on a devant soi.

» L'usage de la boîte, aidé d'un système de contrôle que j'ai introduit, m'a permis d'opérer en grand avec facilité, puisque j'ai pu, par ce moyen, employer à la fois un grand nombre de micrographes, qui ne sont pas des savants, mais des paysannes, qui apprennent, en peu de jours, tout ce qu'il leur suffit de connaître du maniement du microscope pour arriver à opérer parfaitement la manipulation qu'on leur confie. Sur des plateaux en bois, j'ai disposé, sur cinq rangs, une série de vingt boîtes. Chaque ouvrière, en opérant sur une série, marque les boîtes dont le couple a été reconnu corpusculeux, au moyen d'une plaque en zinc, qu'on fixe par un ajustage sur les compartiments de la boîte où est le mortier infecté. Après l'examen de la série, l'ouvrière la porte, avec son plateau, au contrôle.

» Un premier contrôleur vérifie d'abord les préparations non recouvertes par la plaque en zinc de toute la série, en mêlant quelques gouttes de chacune d'elles, dans un mortier spécial, et soumettant ce mélange à un examen très-soigneux. Si dans le mélange il n'y a pas de corpuscules, la série passe à un dernier contrôle; mais si l'on en rencontre, on la renvoie à l'ouvrière, qui est payée à façon, et à laquelle, dans ce cas, on ne la compte pas.

» Le micrographe chargé du contrôle définitif mêle ensemble les préparations du premier contrôleur, cinq à cinq, dans un mortier, qui ainsi représente les couples, jugés non corpusculeux, de cinq séries de boîtes. Il examine le mélange. La sélection n'est définitivement approuvée que lorsqu'il y a constaté l'absence de corpuscules.

» Ces opérations de contrôle exigent, pour être efficaces, des soins minutieux; aussi, on ne doit les confier qu'à des hommes habiles et consciencieux. Mais au premier contrôle, un micrographe suffit à la vérification des observations de vingt ouvrières, et le contrôle définitif peut aisément être fait par le directeur de l'entreprise, quand même on aurait à faire manœuvrer quarante microscopes. En effet, ayant fait marcher cette année tous les jours, pendant trois mois, de huit à vingt microscopes, j'ai constaté qu'en moyenne, on peut compter sur 350 observations par jour et par ouvrière micrographe, si l'on confie à des aides spéciaux les ouvrages autres que l'observation microscopique. Or, comptant sur dix heures de travail, on a une moyenne de 35 observations par heure et par chaque ouvrière, auxquelles correspondent, pour quarante ouvriers, 14 observations faites au contrôle définitif. Par cette organisation, on arrive à examiner dans une journée de travail 14000 couples, qui, en admettant même une infection de 20 pour 100, donnent à peu près 170 onces de graine cellulaire.

» Dans ces conditions, qui sont des moyennes nullement exagérées, on arrive par ma méthode à confectionner, en marchant seulement pendant quatre mois, de 15 à 20000 onces de graine cellulaire, avec toutes les garanties désirables.

» Les planches photographiques que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, accompagnées d'une légende explicative assez étendue, permettront, aussi bien dans les détails que dans l'ensemble, de mieux apprécier mon procédé, tel que je l'ai appliqué chez moi. Les résultats ont surpassé mon attente. Quiconque voudra en essayer sera bien convaincu que le problème industriel que je m'étais proposé est résolu. Cette solution ayant, si je ne me trompe, une certaine importance pour tous les pays séricicoles, j'ose appeler sur elle l'attention de l'Académie, d'autant plus qu'il s'agit d'une question dont elle s'est toujours vivement préoccupée et qui a été depuis peu singulièrement éclairée par les savantes investigations d'un de ses membres les plus illustres. »

M. **Gracian-Garros** soumet au jugement de l'Académie un procédé permettant de donner aux tableaux peints à la sépia ou à l'aquarelle toute leur valeur de ton et toute leur transparence, et en même temps de les soustraire aux inconvénients du frottement et de l'humidité. L'auteur exprime le vœu d'être admis à mettre sous les yeux de l'Académie des spécimens de tableaux ayant reçu une couverte transparente et inaltérable; il déclare être prêt à effectuer, devant une Commission qu'elle voudrait bien nommer, tous les essais qu'elle jugerait convenables.

Le procédé sera soumis à l'examen d'une Commission dont feront partie MM. Dumas et Chevreul, et qu'on priera l'Académie des Beaux-Arts de vouloir bien compléter par l'adjonction de deux de ses Membres.

M. F. **Boyer** adresse, de Nîmes, quelques nouveaux documents concernant les ravages du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Niellon** adresse un Mémoire relatif à un système d'aérostats dirigeables.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Schofield** adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Coyteux*, portant pour titre : « Discussions sur les principes de la Mécanique »;

2° Un volume de M. *H. Berthoud*, intitulé : « Petites chroniques de la science; dixième et dernière année »;

3° Un volume de M. *Arth. Mangin*, portant pour titre : « L'homme et la bête ».

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés relatives aux déplacements infiniment petits d'un corps lorsque ces déplacements ne sont définis que par quatre conditions;* par **M. Am. Mannheim.**

« Cinq conditions sont nécessaires pour déterminer le déplacement d'une figure de grandeur invariable. Pendant ce déplacement les points de cette figure décrivent des courbes trajectoires, les droites engendrent des surfaces, et les plans ont une enveloppe. Lorsque la figure mobile n'est plus assujettie qu'à quatre conditions, on peut, à un instant quelconque, la déplacer d'une infinité de manières. Pour chacun de ces déplacements, que nous supposons infiniment petits, un point, à partir de la position qu'il occupe, décrit un élément de trajectoire, et tous les éléments ainsi obtenus appartiennent à un élément de surface; une droite, à partir de la position qu'elle occupe, décrit un élément de surface réglée, et tous les éléments ainsi obtenus sont distincts; un plan, à partir de la position qu'il occupe, prend une infinité de positions, et tous les plans ainsi obtenus ne cessent pas de contenir un certain point du plan mobile.

» On peut se demander s'il existe, dans la figure mobile, des points qui, pour tous les déplacements, décrivent toujours le même élément à partir de leurs positions initiales; des droites qui, pour tous les déplacements et à partir de leurs positions initiales, décrivent des éléments tangents entre eux; des plans qui, à partir de leurs positions initiales, se déplacent sans cesser de contenir chacun une droite du plan mobile.

» Dans mon *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable* (1) j'ai montré que, lorsque la figure mobile n'est assujettie qu'à quatre conditions, ce que nous supposons ici, il existe une infinité de points qui, à partir de leurs positions initiales, se déplacent chacun dans la même direction. Tous ces points, comme je l'ai fait voir, appartiennent à deux droites D, Δ, qui sont deux axes simultanés de rotations au moyen desquels on peut obtenir tous les déplacements de la figure mobile. M'appuyant sur ce résultat, je vais aujourd'hui considérer ce qui est relatif aux plans et aux droites.

» Commençons par les plans : *Les plans qui, à partir de leurs positions initiales, se déplacent sans cesser de contenir chacun une certaine droite du plan mobile sont les plans menés perpendiculairement à l'une ou à l'autre des droites* D *ou* Δ.

---

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XX, et *Journal de l'École Polytechnique*, 43e cahier.

» En effet, si l'on considère un plan perpendiculaire à D, sa rotation autour de cette droite le fera glisser sur lui-même; il se déplacera donc simplement en vertu de la rotation autour de Δ, et après un déplacement infiniment petit ce plan contiendra encore la projection de Δ faite sur lui-même.

» Proposons-nous maintenant de *chercher les droites qui, pour tous les déplacements de la figure mobile, à partir de leurs positions initiales, engendrent des éléments de surfaces tangents entre eux.*

» Nous avons déjà deux de ces droites : ce sont D et Δ, puisque chaque point de ces droites décrit toujours un même élément. Occupons-nous de chercher les autres droites.

» Appelons X l'une d'elles; prenons un point i sur cette droite; la normale à tous les éléments que ce point peut décrire, à partir de sa position initiale, est la droite menée du point i et s'appuyant sur D et Δ.

» Si X engendre toujours des éléments tangents entre eux, la droite que nous construisons ainsi est normale en i à tous ces éléments. De même pour chacun des points de X, nous aurons une droite perpendiculaire à X et s'appuyant sur D et Δ. Toutes ces droites appartiennent à un paraboloïde qui contient ces trois droites; en outre, X est une ligne de striction de cette surface.

» Puisque ce paraboloïde a une ligne de striction qui est droite, l'autre ligne de striction est droite aussi; celle-ci est alors la perpendiculaire commune à D et Δ; désignons-la par N. N est une génératrice de notre paraboloïde, et X doit rencontrer à angle droit cette droite.

» *Pour déterminer toutes les droites telles que* X, *nous devons donc chercher les lignes de striction des paraboloïdes qui contiennent* D *et* Δ *et dont un plan directeur est parallèle à la perpendiculaire commune à ces droites.*

» Prenons un point a sur D; une droite quelconque, issue de ce point, qui s'appuie sur Δ, est une génératrice de l'un de ces paraboloïdes : la perpendiculaire commune à cette droite et à N est une ligne de striction de ce paraboloïde et par conséquent une droite X. Lorsqu'on fait varier la droite issue du point a, on obtient toutes les droites X demandées.

» *Quelle est la surface formée par ces droites?*

» Pour répondre à cette question, cherchons suivant quelle ligne cette surface coupe le plan qui contient a et Δ. Cette dernière droite fait partie de cette intersection; pour obtenir la nature de la partie restante, faisons la projection de la figure sur un plan perpendiculaire à N. N se projette en un point n. Les droites D et Δ ont pour projections des lignes qui se

coupent en n. Les droites issues de a et qui s'appuient sur Δ se projettent suivant toutes les lignes menées du point a' projection de a. Les perpendiculaires abaissées de n sur ces dernières droites sont les projections des droites X. Les pieds de ces perpendiculaires sur les droites passant par a' appartiennent à la circonférence de cercle décrite sur na' comme diamètre. Cette circonférence n'est autre que la projection de la ligne d'intersection dont nous nous occupons.

» Nous voyons donc que : *La surface formée par les droites* X *coupe le plan* (a, Δ) *suivant une droite et une ellipse : cette surface est donc du troisième ordre.*

» Nous pouvons dire que cette surface est un conoïde droit ayant pour directrice une ellipse qui rencontre la directrice rectiligne et dont la projection sur le plan directeur est une circonférence de cercle. Cette génération montre aussi pourquoi N est une ligne double de la surface.

» Chacun des déplacements infiniment petits qu'on peut imprimer à la figure mobile à partir de sa position initiale est un déplacement hélicoïdal donnant lieu à un axe de déplacement. Nos droites X ne sont autres que ces axes de déplacement, comme cela résulte de leur construction. Nous pouvons donc dire aussi que : *Lorsqu'une figure de forme invariable n'est assujettie qu'à quatre conditions, les axes de tous les déplacements qu'on peut lui imprimer, à partir d'une quelconque de ses positions sont les génératrices d'un conoïde droit du troisième ordre.* »

MÉCANIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux différences partielles, relatives aux mouvements intérieurs des corps solides ductiles, lorsque ces mouvements ont lieu par plans parallèles.* Note de **M. Maurice Levy** (*), présentée par M. Phillips.

« Les équations qui font l'objet de la présente Note sont les suivantes :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{dN_1}{dx} + \frac{dT}{dy} = 0,\\ &\frac{dT}{dx} + \frac{dN_2}{dy} = 0,\\ &(N_2 - N_1)^2 + 4T^2 = 4K^2 = \text{const.}, \end{aligned}\right.$$

où N_1, N_2 et T sont trois fonctions inconnues de x et de y (**). Leur inté-

---

(*) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(**) Dans ces équations, dont les deux premières sont connues et dont la troisième a été

gration se ramène immédiatement, comme je l'ai fait observer dans un Mémoire précédemment approuvé par l'Académie (*), à celle d'une équation aux différences partielles du second ordre non linéaire. Mais, au point de vue du problème physique qui a donné naissance aux équations (1), il est préférable de les traiter directement : c'est ce que je me propose de faire dans la présente Note.

» On satisfait à la dernière, quelles que soient les deux fonctions auxiliaires ξ et η, en posant

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} N_1 &= K(\xi - \cos\eta),\\ N_2 &= K(\xi + \cos\eta),\\ T &= K\sin\eta. \end{aligned}\right.$$

» Reste à déterminer les fonctions ξ et η de façon à satisfaire aussi aux deux premières. Mais, comme les inconnues N_1, N_2 et T se trouvent toutes exprimées très-simplement en ξ et η, il est naturel de prendre ces deux lettres comme nouvelles variables indépendantes; alors le problème se trouvera renversé : au lieu d'avoir à déterminer ξ et η en x et y, nous devrons regarder, au contraire, x et y comme deux fonctions inconnues des variables ξ et η, à déterminer par la condition que les deux premières équations (1) soient satisfaites. Or, si U est une fonction de x et y que l'on veuille exprimer en ξ et η, on a les formules de transformation

$$\frac{dU}{dx} = \frac{\frac{dU}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dU}{d\eta}\frac{dy}{d\xi}}{\frac{dx}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dx}{d\eta}\frac{dy}{d\xi}},$$

$$\frac{dU}{dy} = \frac{-\frac{dU}{d\xi}\frac{dx}{d\eta} + \frac{dU}{d\eta}\frac{dx}{d\xi}}{\frac{dx}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dx}{d\eta}\frac{dy}{d\xi}}.$$

» Si l'on applique ces formules successivement aux trois fonctions N_1, N_2 et T, et que l'on porte les valeurs obtenues pour $\frac{dN_1}{dx}$, $\frac{dN_2}{dy}$, $\frac{dT}{dx}$, $\frac{dT}{dy}$, dans

---

établie par M. de Saint-Venant, d'après les expériences de M. Tresca (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 479), N_1, N_2 et T sont les composantes normales et tangentielles des pressions exercées sur des éléments parallèles aux x et aux y pris à l'intérieur du corps comprimé.

(*) *Comptes rendus* du 10 juillet 1871, t. LXXIII.

les deux premières (1), ces équations seront remplacées par les suivantes :

$$\frac{dN_1}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dN_1}{d\eta}\frac{dy}{d\xi} - \frac{dT}{d\xi}\frac{dx}{d\eta} + \frac{dT}{d\eta}\frac{dx}{d\xi} = 0,$$

$$\frac{dT}{d\xi}\frac{dy}{d\eta} - \frac{dT}{d\eta}\frac{dy}{d\xi} - \frac{dN_2}{d\xi}\frac{dx}{d\eta} + \frac{dN_2}{d\eta}\frac{dx}{d\xi} = 0,$$

ou, puisque en vertu des expressions (2) on a

$$\frac{dN_1}{d\xi} = K, \quad \frac{dN_1}{d\eta} = K\sin\eta,$$

$$\frac{dN_2}{d\xi} = K, \quad \frac{dN_2}{d\eta} = -K\sin\eta,$$

$$\frac{dT}{d\xi} = 0, \quad \frac{dT}{d\eta} = K\cos\eta,$$

par celles-ci :

$$(3) \qquad \begin{cases} \dfrac{dy}{d\eta} - \sin\eta\dfrac{dy}{d\xi} + \cos\eta\dfrac{dx}{d\xi} = 0, \\ \cos\eta\dfrac{dy}{d\xi} + \dfrac{dx}{d\eta} + \sin\eta\dfrac{dx}{d\xi} = 0, \end{cases}$$

qui sont linéaires par rapport aux inconnues x et y ; en éliminant y entre ces deux équations, on ramènerait donc le problème à une équation aux différences partielles du second ordre *linéaire*. Cette équation serait la suivante :

$$(4) \qquad \cos\eta\left(\frac{d^2x}{d\xi^2} - \frac{d^2x}{d\eta^2}\right) - \frac{dx}{d\xi} - \sin\eta\frac{dx}{d\eta} = 0.$$

» Quoique d'une forme très-simple, elle ne se prêterait pas encore très-facilement à l'intégration, et il est préférable d'introduire dans les équations (3), en place des inconnues x et y, les deux imaginaires conjuguées

$$(5) \qquad \begin{cases} x + iy = 2x', \\ x - iy = 2y', \end{cases}$$

d'où

$$(5\ bis) \qquad \begin{cases} x = x' + y', \\ y = i(y' - x'). \end{cases}$$

» Au moyen de ces nouvelles inconnues, les équations (3) deviennent

$$i\left(\frac{dy'}{d\eta} - \frac{dx'}{d\eta}\right) - i\sin\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} - \frac{dx'}{d\xi}\right) + \cos\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} + \frac{dx'}{d\xi}\right) = 0,$$

$$i\cos\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} - \frac{dx'}{d\xi}\right) + \frac{dy'}{d\eta} + \frac{dx'}{d\eta} + \sin\eta\left(\frac{dy'}{d\xi} + \frac{dx'}{d\xi}\right) = 0,$$

ou, en groupant les termes après avoir multiplié la seconde par i,

$$(\cos\eta - i\sin\eta)\frac{dy'}{d\xi} + i\frac{dy'}{d\eta} + (\cos\eta + i\sin\eta)\frac{dx'}{d\xi} - i\frac{dx'}{d\eta} = 0,$$

$$-(\cos\eta - i\sin\eta)\frac{dy'}{d\xi} + i\frac{dy'}{d\eta} + (\cos\eta + i\sin\eta)\frac{dx'}{d\xi} + i\frac{dx'}{d\eta} = 0.$$

Ajoutant et retranchant,

$$\frac{dy'}{d\eta} = i(\cos\eta + i\sin\eta)\frac{dx'}{d\xi},$$

$$(\cos\eta - i\sin\eta)\frac{dy'}{d\xi} - i\frac{dx'}{d\eta} = 0,$$

ou

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{dy'}{d\eta} = ie^{i\eta}\dfrac{dx'}{d\xi}, \\ \dfrac{dy'}{d\xi} = ie^{i\eta}\dfrac{dx'}{d\eta}. \end{cases}$$

» Voilà les deux équations très-simples qui tiennent lieu des équations (3). En égalant les deux expressions de $\frac{d^2y'}{d\xi\, d\eta}$ qu'on en tire, il vient

$$(7)\qquad \frac{d^2x'}{d\xi^2} - \frac{d^2x'}{d\eta^2} - i\frac{dx'}{d\eta} = 0.$$

» Telle est l'équation aux différences partielles du second ordre à laquelle le problème est maintenant ramené. Cette équation est linéaire et *à coefficients constants*. On en trouve immédiatement une solution complète, savoir :

$$x' = \left(\mathrm{M}e^{\frac{\beta\xi}{2}} + \mathrm{N}e^{-\frac{\beta\xi}{2}}\right)\left[\mathrm{P}e^{\frac{i}{2}(-1+\sqrt{1-\beta^2})\eta} + \mathrm{Q}e^{\frac{i}{2}(1-\sqrt{1-\beta^2})\eta}\right],$$

où M, N, P, Q, β sont cinq constantes arbitraires. En portant cette expression dans les équations (6), on trouve

$$y' = \frac{1}{\beta}\left(\mathrm{M}e^{\frac{\beta\xi}{2}} - \mathrm{N}e^{-\frac{\beta\xi}{2}}\right)$$
$$\times\left[\mathrm{P}(-1+\sqrt{1-\beta^2})\,e^{\frac{i}{2}(1+\sqrt{1-\beta^2})\eta} - \mathrm{Q}(1+\sqrt{1-\beta^2})\,e^{\frac{i}{2}(1-\sqrt{1-\beta^2})\eta}\right].$$

En ajoutant ensemble un nombre quelconque de termes semblables ne différant entre eux que par les valeurs données aux constantes arbitraires, on aura pour x' et y' des expressions contenant autant d'arbitraires qu'on

le voudra. Ces arbitraires pourront recevoir des valeurs réelles ou imaginaires; mais elles devront être choisies, dans la question qui nous occupe, de façon à donner, pour les coordonnées

$$x = x' + y',$$
$$y = i(y' - x')$$

des expressions réelles. Il est aisé de satisfaire à cette condition, et l'on obtiendra, tous calculs faits, pour x et y, les valeurs suivantes, d'où les imaginaires ont disparu, et qui contiennent une quintuple série, limitée ou illimitée, de constantes arbitraires essentiellement réelles, représentées par les lettres A, B, C, D, α :

$$(8)\quad\left\{\begin{aligned} x=\sum&\left\{\begin{aligned} &Ae^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2}+\sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\ &+Be^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2}-\sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\ &+Ce^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2}-\sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\ &+De^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2}+\sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right]; \end{aligned}\right.\\ y=\sum&\left\{\begin{aligned} &Ae^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[-\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2}-\sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\ &+Be^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[-\sqrt{1+\alpha}\sin(1-\alpha)\frac{\eta}{2}+\sqrt{1-\alpha}\sin(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\ &+Ce^{\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2}-\sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right],\\ &+De^{-\frac{\xi}{2}\sqrt{1-\alpha^2}}\left[\sqrt{1+\alpha}\cos(1-\alpha)\frac{\eta}{2}+\sqrt{1-\alpha}\cos(1+\alpha)\frac{\eta}{2}\right], \end{aligned}\right. \end{aligned}\right.$$

le signe Σ indiquant un nombre quelconque de termes similaires répondant à des valeurs de α comprises entre -1 et $+1$, et des valeurs correspondantes de A, B, C, D dépendant des conditions *à la surface* des problèmes que l'on a en vue. Il est d'ailleurs aisé de vérifier l'exactitude des expressions (8) en les portant dans les équations (3).

» En joignant aux équations (8) celles (2), savoir :

$$(2\ bis)\qquad\left\{\begin{aligned} N_1 &= K(\xi-\cos\eta),\\ N_2 &= K(\xi+\cos\eta),\\ T &= K\sin\eta, \end{aligned}\right.$$

on a toutes les fonctions inconnues exprimées au moyen des deux variables auxiliaires ξ et η.

» Ces variables sont aisées à définir. Ce sont les paramètres de deux familles de courbes tracées dans le plan et représentées analytiquement par les équations (8). Les courbes

$$\eta = \text{constante}$$

sont celles le long desquelles T conserve une valeur constante.

» Les courbes

$$\xi = \text{constante}$$

sont plus importantes. Sur chacune d'elles la somme $N_1 + N_2$ demeure constante. Or la somme $N_1 + N_2$ est indépendante du choix des axes de coordonnées. Elle est égale à la somme des deux forces principales, laquelle demeure ainsi constante le long de chacune de ces courbes. Et comme la différence de ces forces est, en vertu de la dernière des équations (1), constante dans toute l'étendue du plan que l'on considère, il s'ensuit que le long des courbes $\xi =$ constante chacune des deux forces principales reste séparément constante, et par suite il en est de même de la pression exercée sur tout élément-plan formant avec la direction des forces principales un angle déterminé. L'ellipse lieu des extrémités de toutes ces pressions reste invariable de forme (non en général d'orientation) en tous les points de chaque courbe ξ. On voit par là combien ces courbes, que notre analyse introduit si naturellement, sont intimement liées au problème qui nous occupe. Nous montrerons dans un autre travail que les variables ξ et η se prêtent aussi très-bien à l'expression des conditions *à la surface* que l'on rencontre dans les applications de ce problème (*). Mais on voit dès à présent que par nos équations on en pourra trouver autant de solutions simples que l'on voudra. Chacune de ces solutions se rapportera à des conditions particulières *à la surface* que l'on pourra réaliser expérimentalement, ce qui permettra de donner aux expériences entreprises par M. Tresca, sur cette nouvelle et importante branche de la mécanique, une direction vraiment rationnelle, en les éclairant à chaque pas par la théorie et en vérifiant d'un autre côté à tout instant la théorie par l'observation. »

(*) Dans la plupart des cas, les conditions à exprimer sont la constance de l'une des forces principales ou celle de l'action tangentielle T, c'est-à-dire, d'après ce qui précède, la constance de l'un ou de l'autre des deux paramètres ξ et η.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur la torsion prolongée au delà de la limite d'élasticité.* Mémoire de **M. H. Tresca**, présenté par M. le général Morin. (Extrait par l'auteur.)

« Entre toutes les théories de la résistance des matériaux, celle de la torsion d'un solide cylindrique est la plus complète, en ce qu'elle se rattache directement à celle de l'élasticité, et si le nombre des expériences à l'aide desquelles les coefficients de torsion ont été déterminés n'était, pour les métaux secondaires, insuffisant, on n'aurait, pour ainsi dire, rien à désirer, soit au point de vue théorique, soit au point de vue des applications.

» Cette certitude nous a engagé à poursuivre l'étude des phénomènes de torsion au delà des limites de l'élasticité, et à rechercher comment le solide se déformerait lorsqu'il aurait été privé, par une déformation suffisante, de toute réaction élastique.

» Les expériences ont été faites au commencement de l'année 1870, à l'aide d'une presse hydraulique, disposée par M. Clair pour déterminer le mouvement de rotation du plateau en vue des essais de torsion.

» Elles ont été interprétées d'abord, et pour les plus plus petits angles de torsion, à l'aide de la formule

$$\mathrm{P}p = \mathrm{G}\theta \mathrm{I}_0;$$

ensuite, et pour les plus grands angles de torsion, à l'aide d'une formule

$$\mathrm{P}p = \frac{2}{3}\pi \mathrm{K} r^3,$$

déduite de l'hypothèse d'une résistance au glissement indépendante de l'étendue des déplacements antérieurs, conformément aux considérations développées dans notre Mémoire sur le poinçonnage; enfin, par une formule intermédiaire,

$$\mathrm{P}p = \frac{2}{3}\pi \mathrm{K} r^3 - \frac{\mathrm{K}'}{\theta^3},$$

permettant de tenir compte tout à la fois de l'élasticité parfaite de la zone centrale, de l'élasticité déjà altérée d'une zone intermédiaire et de l'état de fluidité de la zone extérieure.

» Quelques échantillons ont été coupés suivant un plan méridien après la torsion, et les courbes que l'oxydation a déterminées dans ce plan ont permis d'ailleurs d'étudier toutes les circonstances de la déformation.

» Les conclusions auxquelles ces recherches nous ont conduit sont les suivantes :

» 1° Au delà de leur limite d'élasticité, les solides tordus continuent à se déformer suivant les mêmes lois géométriques que pendant la période élastique, chaque file longitudinale de molécules pouvant ainsi se courber en une hélice à pas très-court et très-régulier.

» 2° Il est possible de représenter les phénomènes de la torsion par une formule qui tienne compte à la fois du développement des actions moléculaires dans trois zones distinctes, les deux zones extrêmes correspondant respectivement aux limites d'élasticité et de fluidité, ce qui a permis de considérer un troisième coefficient K', qui caractérise la déformation de la zone intermédiaire.

» 3° La valeur du coefficient K de fluidité pour le fer tordu peut être estimée, par mètre carré, à $K = 28,81 \times 10^6$, ce qui se rapproche beaucoup du coefficient de rupture pour ce métal; celle de K' est alors

$$K' = 58 \times 10^4.$$

» 4° On verra avec intérêt les échantillons tordus qui ont été rabotés suivant l'axe avant d'être oxydés, et qui montrent d'un bout à l'autre comment les feuillets de soudure se déforment, bien au delà de la limite d'élasticité, en obéissant aux conditions géométriques sur lesquelles la théorie de la torsion est fondée.

» 5° Les belles nappes que forment les courbes dessinées par l'oxydation permettent d'assister à tous les détails des déformations produites par la torsion, et la superposition régulière des surfaces hélicoïdes qu'elles représentent semble indiquer que l'on pourrait tirer un excellent parti de leur enchevêtrement pour rendre les fibres du fer moins indépendantes, en soumettant à une torsion énergique, avant de procéder au dernier laminage, les barres auxquelles on aurait à demander une qualité exceptionnelle. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des précipités.* Note de **M. Berthelot.**

« En général, la formation des précipités engendre de la chaleur, comme le montrent la précipitation des chlorure, bromure et iodure d'argent; celle des sulfates et oxalates de baryte et de chaux ; celle des oxydes métalliques par la potasse; celle de l'iode par le chlore et le brome, etc. On comprend qu'il doive en être ainsi d'ordinaire, car la séparation d'un corps solide au sein d'un liquide équivaut à la solidification d'un corps fondu : la cha-

leur dégagée représente le travail qu'il faudrait dépenser en sens inverse pour détruire l'agrégation des particules.

» Cependant la formation d'un précipité est une opération plus complexe qu'une simple *solidification;* il s'y produit diverses autres actions, fort importantes au point de vue de la mécanique chimique, telles que la *déshydratation* des composés, leur *cristallisation,* leurs *changements d'agrégation,* enfin même la *séparation entre l'acide et la base* des sels.

I. — *Formation d'un composé solide.*

» 1. La chaleur dégagée dans les premiers moments de la formation des précipités est due le plus souvent et en majeure partie à la formation desdits corps solides. C'est ce que démontre l'étude des sels que l'on peut obtenir à volonté à l'état dissous ou à l'état précipité.

» 2. Tel est le *chlorure de plomb.* L'azotate de plomb, mêlé avec le chlorure de sodium convenablement dilué, ne produit aucun précipité :

$$\left\{\begin{array}{ll} AzO^6Pb\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + NaCl\,(1\text{ équiv.} = 18^{lit})\text{ absorbe}\ldots\ldots & -0,81, \\ AzO^6Na\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + PbCl\,(1\text{ équiv.} = 20^{lit})\ (1)\ldots\ldots\ldots\ldots & -0,55. \end{array}\right.$$

» Ces absorptions de chaleur répondent à peu près à la dilution semblable de l'azotate de plomb ($-0,78$) ou de soude ($-0,50$) isolé.

» Avec des liqueurs plus concentrées, il se produit un précipité :

$$AzO^6Pb\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit}) + NaCl\,(1\text{ équiv.} = 2^{lit})\text{ dégage } +1,53.$$

» La chaleur dégagée s'élève à $+2,0$ environ pour 1 équivalent de PbCl réellement précipité, si l'on tient compte de la solubilité de ce sel.

» 3. Citons aussi le *picrate de potasse.* Dans une liqueur étendue, l'acide picrique s'unit à la potasse et forme un sel dissous, avec un dégagement de $+13,7$: c'est à peu près le même chiffre que pour la soude ($+13,8$). Les solutions sont-elles plus concentrées, le picrate de potasse se précipite sous forme cristalline, avec un très-grand dégagement de chaleur : $+10^c,0$ pour 1 équivalent de sel réellement précipité.

» 4. Soit encore la formation du *tartrate de chaux.* Mélange-t-on le tartrate de soude à équivalents égaux avec le chlorure de calcium, la liqueur reste d'abord limpide, tandis qu'il se dégage de la chaleur ($+1,04$) ; puis elle se trouble, après quelques minutes, et se remplit de fins cristaux de

---

(1) On déduit de là $(PbO + AzO^6H) - (PbO + HCl)$.................. $= 0,29$,
En admettant pour PbO anhydre $+ AzO^6H$ (Thomsen).. $= 8,9$,
$PbO + HCl = PbCl$ dissous dégage................. $+ 8,6$.

tartrate de chaux, en dégageant une nouvelle quantité de chaleur, plus grande que la première : + 2,96 (pour CaCl).

» 5. Ces trois exemples représentent chacun un cas général et une méthode de recherches. Sans les multiplier, on voit que ce n'est point la réaction chimique qui dégage la principale quantité de chaleur ; mais c'est l'action physique consécutive, due à la formation d'un corps solide.

» Cependant il ne faudrait pas croire que toute précipitation, par une loi nécessaire, dût dégager de la chaleur et en quantité comparable à la solidification d'un corps fondu. Parfois cette quantité est insignifiante, ou même négative, à cause des effets de déshydratation et de décomposition chimique.

II. — *Deshydratation des composés précipités.*

» 1. *Chaux.* — La précipitation de la chaux par la potasse, dans les solutions étendues des sels calcaires, donne lieu à une absorption de chaleur, peu considérable à la vérité, mais constante, et que M. Andrews avait déjà observée. Or cette absorption est expliquée par l'expérience suivante.

» L'hydrate de chaux se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur : $+ 1^{cal},50$ environ pour CaO, HO; dégagement qui s'accroît encore par la dilution. La chaux se comporte donc comme la potasse à l'égard de l'eau, malgré sa faible solubilité; c'est-à-dire que l'hydrate de chaux, en se dissolvant, forme avec l'eau de nouvelles combinaisons plus hydratées, et telles que le dégagement de chaleur qui en résulte compense et au delà le froid produit par la désagrégation et la liquéfaction du corps solide.

» Par une conséquence nécessaire, la précipitation de la chaux doit être accompagnée d'une déshydratation, c'est-à-dire d'une décomposition, traduite par une absorption de chaleur, laquelle compense et au delà la chaleur dégagée lors de la solidification de l'hydrate de chaux.

» 2. *Carbonate de chaux.* — Le carbonate de chaux amorphe, formé par double décomposition, donne aussi lieu à une absorption de chaleur :

$CO^3K + CaCl = CO^3Ca + KCl$ absorbe............... $-0^{cal},45$,
$CO^3Na + CaCl = CO^3Ca + NaCl$ absorbe.............. $-0^{cal},57$.

Pour comprendre cette absorption de chaleur, il faut comparer le carbonate de chaux avec les carbonates de potasse et de soude :

CO^2 dissous + KO dissoute dégage + 10,1,
CO^2 dissous + NaO dissoute dégage + 10,2,
Or CO^2 dissous + CaO dissoute dégage + 9,7,

d'après l'expérience directe, c'est-à-dire une moindre quantité de chaleur;

résultat qui concorde avec les expériences de double décomposition. En effet, les chiffres de celles-ci, combinés avec les nombres que j'ai déjà donnés dans ce Recueil (t. LXXIII, p. 747 et 748), indiquent que l'acide carbonique dissous et la chaux dissoute doivent dégager + 9,9 et + 9,8 respectivement, valeurs concordantes avec + 9,7 trouvé directement.

» La formation du carbonate de chaux précipité, par l'union de l'acide et de la base dissous, dégage donc moins de chaleur que celle des carbonates de potasse et de soude. Au contraire, la formation des chlorure et sulfate de calcium dissous dégage autant de chaleur (sinon même un peu plus) que celle des chlorures et sulfates de potassium et de sodium, ce qui prouve l'équivalence thermique de la chaux dissoute avec la potasse et la soude.

» Mais aussi le carbonate de chaux précipité n'est pas strictement comparable aux carbonates alcalins dissous dont il dérive, ceux-ci formant avec l'eau divers hydrates définis, tandis que le premier est plus ou moins déshydraté. Or la dissolution des carbonates alcalins, sous divers états, met en jeu les quantités suivantes de chaleur, d'après mes expériences :

CO^3K anhydre + Aq (1 partie de sel + 60 parties d'eau)........ + 3,27,
CO^3K, $1\frac{1}{2}$ HO cristallisé + Aq (1 partie de sel + 40 parties d'eau).. − 0,12;

CO^3Na anhydre + Aq (1 partie de sel + 50 parties d'eau)...... + 2,77,
CO^3Na, 10 HO cristallisé + Aq (1 partie de sel + 50 parties d'eau) − 7,41.

» La séparation entre l'eau et les carbonates alcalins hydratés dégage donc de la chaleur, comme il convient à une *solidification physique*. Mais la séparation entre l'eau et les mêmes carbonates anhydres en absorbe, comme il convient à une *décomposition chimique* des hydrates salins existant dans la liqueur. Or la formation du carbonate de potasse anhydre, depuis l'acide et la base dissous, dégagerait seulement + 6,8; celle du carbonate de soude anhydre + 7,4; chiffres moindres encore que la valeur + 9,8, relative au carbonate de chaux précipité. Il est donc permis d'attribuer l'écart entre 9,8 et 10,2, et par conséquent l'absorption de chaleur observée lors de la précipitation du carbonate de chaux, à la déshydratation partielle dudit sel au moment de sa précipitation.

» 3. *Carbonate de magnésie*. — Les mêmes phénomènes s'observent lorsqu'on précipite les carbonates normaux de la série magnésienne :

$CO^3K + SO^4Mg = CO^3Mg + SO^4K$ absorbe.......... $-1^{cal},05$;
d'où l'on déduit CO^2 dissous + MgO (hydrate précipité)............ = + 9,0,

quantité très-inférieure à $CO^2 + KO... = + 10,10$; tandis que la formation des sulfates de potasse et de magnésie dissous dégage à peu près la même quantité de chaleur.

« 4. *Carbonate de fer.* — J'ai trouvé :

$CO^3K + SO^4Fe = CO^3Fe + SO^4K$ absorbe... $-1,73$: $CO^2 + FeO = +5,1$,
$CO^3Na + SO^4Fe = CO^3Fe + SO^4Na$ » ... $-1,87$: » $+4,9$.

L'écart thermique entre les carbonates de fer et de potasse surpasse de $-1,73$ l'écart semblable entre les sulfates correspondants.

» 5. *Carbonate de manganèse.* — $CO^3K + MnCl$ absorbe $-2,01$ au moment du mélange, avec formation d'un carbonate amorphe. Au bout de quelques minutes, ce corps se change rapidement en carbonate cristallin, avec un dégagement de $+0,81$; la somme des deux effets restant négative : $-1,20$. De même,

$CO^3Na + MnCl$ absorbe $-1,87$ environ; puis dégage $+0,69$, somme $-1,18$.
On déduit de ces chiffres : CO^2 dissous $+ MnO = CO^3Mn$ amorphe..... $+6,0$,
» » » cristallisé..... $+6,8$.

» Toutes ces absorptions de chaleur me paraissent représenter des phénomènes de déshydratation du composé insoluble, celui-ci n'étant pas formé suivant le même type que le composé soluble qu'il remplace.

» 6. Soit encore le *sulfate de chaux*. Les deux solutions normales susceptibles de le former ($SO^4Na + CaCl$) peuvent être mélangées sans donner lieu à un précipité; il se produit seulement une légère absorption de chaleur, qui semble même varier graduellement de $-0,15$ à $-0,23$. Je détermine alors la cristallisation du sulfate de chaux au moyen d'une pincée du même sel; il se sépare lentement et avec un faible dégagement de chaleur, $+0,32$ environ : ce nombre est beaucoup trop faible pour représenter simplement la séparation d'un corps solide.

» 7. Même observation pour la précipitation du *sulfate de strontiane :*

$SrCl + SO^4Na = SO^4Sr + NaCl$ dégage .... $+0,08$.

» Ces résultats contrastent avec la précipitation du *sulfate de baryte* par double décomposition saline, laquelle dégage $+2,5$ à $+2,9$, suivant la nature des sels. Ils indiquent, à mon avis, l'existence d'une action thermique de signe contraire à la solidification et qui varie d'un sel à l'autre, telle que la décomposition des hydrates salins formés au début de la réaction. »

TOXICOLOGIE. — *Recherche de l'acide chlorhydrique dans les cas d'empoisonnement.* Note de **M. J. Bouis**, présentée par M. Peligot.

« Les chimistes chargés des expertises dans les affaires médico-légales connaissent les difficultés qui se présentent lorsqu'on a à rechercher un

empoisonnement par l'acide chlorhydrique, si cet acide a été employé en petite quantité. La forte acidité des matières de l'estomac, ainsi que la formation de fausses membranes sur les muqueuses et de taches grisâtres autour de la bouche, sur les lèvres et à l'intérieur de la cavité buccale, peuvent quelquefois permettre de se prononcer affirmativement; mais ces caractères venant à manquer, le doute peut exister. Les matières contenues dans l'estomac renferment en effet des chlorures précipitant par l'azotate d'argent, et de plus ces matières peuvent être rendues acides, soit par de l'acide acétique ingéré avec les aliments, soit par le suc gastrique.

» Les procédés mis en usage habituellement pour isoler l'acide chlorhydrique de divers liquides ne s'appliquent pas au cas où l'acide a produit l'empoisonnement; la distillation des matières suspectes doit être poussée jusqu'à la carbonisation pour qu'une partie seulement de l'acide se volatilise. M. Roussin a cherché à tourner la difficulté; il divise les liquides en deux parties égales et ajoute à une portion un excès de carbonate de soude; après calcination, dans les mêmes conditions, il compare les quantités de chlorure obtenues, et si la proportion de chlorure est plus forte dans la partie additionnée de carbonate alcalin, il conclut à la présence de l'acide chlorhydrique. Ce moyen, bon dans quelques cas, ne peut évidemment s'appliquer lorsque la proportion d'acide chlorhydrique est faible. Ayant été consulté sur cette question, j'ai pensé qu'on arriverait à un résultat satisfaisant si l'on parvenait à constater facilement la production du chlore ou de l'eau régale.

» Lorsqu'on ajoute aux liquides suspects une petite quantité de bioxyde de plomb ou de peroxyde de manganèse et qu'on chauffe légèrement, la présence de l'acide chlorhydrique libre se manifeste par un dégagement de chlore, qui souvent peut être reconnu par l'iodure de potassium amidonné ou en recevant le gaz dans un tube à boules contenant une dissolution d'acide sulfureux, qui se trouve transformé en acide sulfurique. Mais la présence des matières animales qui absorbent le chlore met quelquefois obstacle au dégagement de ce gaz, et j'ai obtenu de meilleurs résultats en cherchant à constater dans les liquides la dissolution d'une quantité plus ou moins forte d'or. L'expérience est basée sur ce fait, bien connu du reste, que, si l'on fait un mélange d'azotate de potasse et d'acide chlorhydrique, il y a formation d'eau régale en élevant légèrement la température, tandis que le même effet n'a pas lieu en chauffant une dissolution d'azotate et de chlorure de sodium (1).

(1) Les générateurs à vapeur dans lesquels on emploie des eaux renfermant des azotates

» De même, si l'on remplace l'azotate par le chlorate, le phénomène est bien plus sensible. Voici donc comment il convient d'opérer : après avoir passé les matières à travers un linge et du papier préalablement lavés à l'eau acidulée par l'acide acétique, on met dans le liquide filtré une lame mince d'or ou de l'or en feuilles, et l'on ajoute quelques fragments de chlorate de potasse. En maintenant le mélange au bain-marie pendant une heure ou deux, ou un peu plus si cela est nécesssaire, l'or est attaqué s'il y a la moindre trace d'acide chlorhydrique libre. Le protochlorure d'étain indique immédiatement si l'or a été dissous. La quantité d'or entré en dissolution fait connaître la proportion d'acide chlorhydrique. Si les liqueurs sont trop étendues, on les évapore au bain-marie en présence de l'or et du chlorate. J'ai pu ainsi reconnaître quelques centigrammes d'acide chlorhydrique contenus dans une grande quantité de liquide.

» Je me suis assuré, par des expériences directes, que des dissolutions de chlorure de sodium et de chlorate de potasse ou d'azotate de potasse n'ont aucune action sur l'or, même lorsqu'on les fait bouillir avec les acides qui peuvent se rencontrer dans l'économie, comme l'acide acétique, l'acide lactique.

» Il est superflu d'ajouter qu'avant de faire l'essai, on doit s'assurer que les liquides ne renferment ni acide sulfurique, ni acide azotique libres.

» Le procédé que je viens d'indiquer donne d'excellents résultats, et l'on pourrait lui reprocher sa trop grande sensibilité, si, comme certains physiologistes l'admettent, l'acide chlorhydrique se rencontre à l'état de liberté dans le suc gastrique. Je m'occupe maintenant de cette question, et, dans une prochaine séance, je demanderai à l'Académie la permission de lui exposer le résultat de mes études sur le suc gastrique de différents animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain crétacé inférieur des Corbières.* Note de **M. F. Cayrol**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une courte Note sur la Géologie de la Clape (1), j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie les conclusions auxquelles m'avaient conduit des observations sur le terrain de la craie inférieure de cette contrée; depuis

de chaux ou de magnésie et des chlorures sont fortement corrodés par la production de composés chloro-azotés; mais les conditions sont ici bien différentes.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 51.

lors, j'ai poursuivi ces études dans les Corbières, et, ici encore, je me trouve conduit à des conclusions différentes de celles de mes devanciers.

» Les Corbières ne sont pour moi que la Clape agrandie.

» Le point le plus élevé de la Clape atteint, en effet, 215 mètres d'altitude; les Corbières atteignent, en certains points, 1500 mètres. Les phénomènes qui ont donné à cette dernière contrée son relief actuel ont dû avoir une énergie beaucoup plus considérable que dans la première. Les vallées sont plus profondes, les failles plus grandes; aussi voyons-nous ici les rapport des couches de la Clape, avec le terrain jurassique, le gault et le crétacé supérieur.

» La base du terrain crétacé dans les Corbières n'est pas le calcaire à *Requienia Lonsdalii*, mais bien les assises inférieures qui, dans ma première Note, portent les numéros de 1 à 6. Partout où les failles ne les cachent pas, on voit sortir, de dessous le calcaire compact à Réquiénies, les couches inférieures, faciles à reconnaître à la constitution minéralogique des roches qui entrent dans leur formation, et souvent aux fossile, qui, je dois le dire, sont beaucoup plus rares qu'à la Clape. Une autre preuve à l'appui de cette conclusion, qui à mes yeux a une très-grande importance, c'est que l'on ne voit nulle part le calcaire à Réquiénies en contact avec les assises jurassiques, autrement que par faille.

» Au contraire, les assises inférieures de la Clape se voient, sur plusieurs points, reposant en stratification concordante sur des calcaires jurassiques, ce qui me fait conclure que, dans les Corbières, comme à la Clape, le terme le plus bas de la série néocomienne est représenté par le système calcaréo-argilo-marneux servant de base à la masse plus ou moins puissante de calcaire compacte à *Requienia Lonsdalii*.

» Quant aux rapports du gault avec l'étage néocomien, ils sont également faciles à établir. Cet étage, qui a une puissance très-grande dans les Corbières, n'est nullement représenté à la Clape. La onzième assise de ma première Note, que j'attribuais, avec doute, au gault, à cause de quelques fragments de Bélemnites, qui m'avaient paru se rapprocher du *B. minimus*, doit passer dans le crétacé supérieur et dans l'assise correspondante au grès d'Uchaux ; la *Trigonia scabra*, trouvée par M. Tournol dans ces grès, ne permet pas d'avoir le moindre doute à cet égard. Le gault est représenté par une série de calcaires noirs, de grès, de schistes, avec des fossiles caractéristiques de cet étage : *Ammonites Milleti*, d'Orb. ; *Nucula pectinata*, *N. bivirgata*, *Plicatula radiata*, *Trigonia Fittoni*, etc. Cet étage repose en

stratification concordante sur la zone supérieure à Orbitolines; mais ce contact ne se voit que très-rarement.

» Le gault, en effet, s'observe le plus souvent dans des vallées longitudinales, dirigées de l'est à l'ouest et bordées par des abruptes formés par le calcaire à Réquiénies. On serait porté à croire tout d'abord que ce calcaire avait été disloqué par des failles, et que c'est dans les vallées creusées à la suite de ces mouvements violents que le gault s'est déposé; mais la superposition, en stratification concordante, de cet étage sur la zone supérieure à Orbitolines, superposition que l'on voit sur quelques points, ne permet pas de s'arrêter un seul instant à cette explication.

» Les failles ont certainement joué un grand rôle dans la Clape; mais ce rôle est autrement important dans les Corbières; j'ai signalé une faille de 150 mètres dans la première contrée; dans les Corbières, il y a des failles de 1000 mètres. M. d'Archiac, qui a fait des Corbières une étude assez complète, a commis la même erreur que dans la Clape, c'est-à-dire qu'il a confondu en une seule zone mes deux zones à Orbitolines, et, plus encore, il a confondu ces puissantes assises du gault, qui occupent une très-grande surface, avec ses marnes néocomiennes. Les failles sont passées inaperçues pour ce savant géologue.

» Enfin, en terminant, je ne puis pas oublier de mentionner la contradiction qui existe entre mes conclusions et celles de M. Magnan. Ce géologue, dans une Note adressée à l'Académie, voit trois masses de calcaire à Réquiénies, dans les Corbières : la première reposant sur le jurassique, la seconde comprise entre mes deux zones à Orbitolines, la troisième en plein gault. J'ai vérifié les coupes de M. Magnan, et je suis convaincu personnellement que des failles seules ont pu mettre en contact des couches que l'on ne voit nulle part reposer en stratification concordante les unes au-dessus des autres.

» Je conclus donc que le terrain crétacé inférieur des Corbières est représenté :

» 1° Par un système calcaréo-argilo-marneux, zone inférieure à Orbitolines (n°s 1, 2, 3, 4, 5 et 6 du tableau de ma première Note);

» 2° Par une puissante masse de calcaire à *Requienia Lonsdalii* (n° 7 de mon tableau);

» 3° Par une seconde zone à Orbitolines (n°s 8, 9 et 10 de mon tableau);

» 4° Par le grand étage du gault, reposant en stratification concordante sur cette dernière assise. »

M. A. Houzeau adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Chevreul, une Note portant pour titre : « Azotimètre pour le titrage des engrais ».

M. Chevreul, en présentant à l'Académie la Note de M. Houzeau et l'appareil qui est décrit dans cette Note, déclare que l'auteur lui avait remis cette Communication avant le mois de décembre 1870; les événements qui se sont accomplis depuis cette époque expliquent comment elle était restée entre les mains de M. Chevreul.

M. Serre adresse, de Lons-le-Saulnier, une Note relative à un procédé de transmission des Correspondances dans les grandes villes, par l'emploi de siphons. Les Correspondances seraient renfermées dans des boîtes cylindriques, contenant des compartiments vides, de manière que leur poids fût toujours à peu près égal à celui de l'eau déplacée.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Belgrand.

M. J. Malinowski adresse, de Cahors, un certain nombre de documents nouveaux sur les gisements de phosphate de chaux naturel dans le midi de la France.

Ces documents seront soumis à l'examen de M. Daubrée.

M. P. Guyot adresse une Note relative à la coloration du ciel à Nancy, en octobre 1871.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. P. Charpentier adresse une Note concernant de nouvelles méthodes d'analyse volumétrique du fer, des alcalis et des acides minéraux.

M. P. Morin demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat deux travaux manuscrits sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 octobre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Le déluge mosaïque, l'histoire et la géologie; par M. l'abbé E. LAMBERT. Paris, 1870; in-8°.

Notice sur la dynamite, sa composition et ses propriétés explosives; par M. A. BRÜLL. Paris, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Annales industrielles*.)

La dynamite, substance explosive, inventée par M. A. Nobel, *ingénieur suédois. Extrait d'une brochure allemande de* M. Isidor Trauzl; *par* M. P. BARBE. Paris, 1870; br. in-8°, avec planches.

La dynamite. Collection de documents rassemblés par M. P. BARBE. Paris, 1870; in-8°.

Observations des professeurs et docteurs Bolley, Kundt *et* Pestalozzi *sur les précautions à prendre pour transporter la dynamite sans danger.* Perpignan, 1871; br. in-8°. (Extrait de la *Revue polytechnique* de Zurich.)

Doctrine organo-psychique de la raison et de la folie. Réfutation du matérialisme, qui fait consister la raison et la folie dans l'état des cellules cérébrales; par M. J. FOURNET. Paris, 1870; br. in-8°.

Sur le diluvium de la vallée du Tarn; par M. E. COLLOMB. Paris, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Recherches sur la force électromotrice dans le contact des métaux et sur la modification de cette force par la chaleur; par M. EDLUND. Stockholm, 1871; in-4°.

Proceedings of the Scientific meetings of the Zoological society of London for the year 1871; part. I, january-march. London, 1871; in-8°.

Transactions of the Zoological society of London; vol. VII, part. 6. London, 1871; in-4°, avec planches.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 novembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Mécanique pratique. Aide-mémoire de mécanique pratique; par M. A. MORIN, Membre de l'Institut; 6e édition. Paris, 1871; in-8°.

Recueil de Mémoires de médecine, de chirurgie et de pharmacie militaires, publié par ordre du Ministre de la Guerre; 3e série, t. XV, XXV et XXVI. Paris, 1866-1871; 3 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1869. Nancy, 1870; in-8°.

Tables alphabétiques des matières et des noms d'auteurs contenus dans les trois premières séries des Mémoires de Stanislas (1750-1866); *par* M. SIMONIN père. Nancy, 1867; in-8°.

Comptes rendus des travaux du Congrès agricole libre tenu à Nancy, les 23, 24, 25 *et* 26 *juin* 1869, *sous la présidence de* S. Exc. M. Drouyn de Lhuys, *publiés au nom du Bureau; par* M. L. GRANDEAU. Paris, 1871; in-8° avec planches.

Comptes rendus des travaux du Congrès agricole de Lyon, séances des 21, 22, 23 *et* 24 *avril* 1869. Lyon et Paris, 1869; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France (*session générale de décembre* 1868). *Annuaire de* 1869. Paris, 1869; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France. (*Deuxième session générale annuelle.*) *Annuaire de* 1870. Paris, 1870; in-8°.

Société des agriculteurs de France. Congrès agricole de Beauvais, 1869. Beauvais, 1869; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Société des agriculteurs de France. Bulletin mensuel du 15 *juillet* 1869 *au* 1er *octobre* 1871. Paris, 1869-1871; in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1869-1870. Rouen, 1870; in-8°.

L'homme et la bête; par M. A. MANGIN. Paris, 1872; 1 vol. grand in-8° illustré.

Traité élémentaire de physique médicale; par M. le Dr W. WUNDT, *traduit, avec de nombreuses additions, par* M. le Dr Ferd. MONOYER. Paris, 1871; 1 vol. gr. in-8°, avec figures. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Description et usage de l'iconarithme, nouvel instrument destiné à faciliter l'étude des images fournies par les lentilles; par M. F. MONOYER. Strasbourg, 1872; br. in-8°.

Sur l'introduction du couteau linéaire dans la pratique de l'iridectomie. Lettre à M. le Dr E. Lauth; *par* M. F. MONOYER. Strasbourg, 1871; opuscule in-8°.

Les petites Chroniques de la science; par M. S. HENRY BERTHOUD; 10e et dernière année. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

Discussions sur les principes de la mécanique. Examen critique des principales théories ou doctrines admises ou émises en cette science; par M. F. COYTEUX. Paris, 1870; 1 vol. in-8°.

Exposé du mouvement de la population et des maladies dominantes au Havre en 1870; *par* M. A. LECADRE. Paris et le Havre, 1871; br. in-8°.

Calculs de l'urèthre et des régions circonvoisines chez l'homme et chez la femme; par M. BOURDILLAT. Paris, 1869; in-8°.

Mémoires sur les hémorrhagies intra-vésicales; par M. BOURDILLAT. Paris, 1871; in-8°.

(Ces deux ouvrages de M. Bourdillat sont renvoyés à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie, année 1872.)

Solution du problème de diviser l'angle en trois parties égales par des lignes droites et circulaires; par M. H.-O. BLOM. Christiania, 1871; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 7e série, t. XVII, n° 5. *Untersuchungen über die construction identischer aräometer, etc.; von* M. H. VON JACOBI. Saint-Pétersbourg, 1871; in-4°.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires, etc.; por G. BURMEISTER; entrega octava, segunda tel tomo segundo. Bueno-Aires, 1871; in-4°.

Investigaciones cientificas; por J. LIEVANO. Bogota, 1871; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 octobre 1871.)

Page 1014, ligne 9, *au lieu de :* 284 centimètres cubes, *lisez :* 294 centimètres cubes.

(Séance du 30 octobre 1871.)

Page 1042, ligne 2, *au lieu de :* Aluminium, *lisez :* Alumine.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Oct. 1871.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens. Salle méridienne.			Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin (1).			Température moyenne de l'air (2)		Température moyenne du sol (2)			Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.	à 13m,7.	à 33m,0.	à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.					
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	741,5	8,3	16,2	12,25	7,8	17,2	12,50	13,1	12,9	13,70	13,84	15,05	7,0	9,37	81,0	»	14,5
2	742,0	8,8	15,4	12,10	10,2	16,9	13,55	13,1	12,8	13,96	14,05	14,93	9,5	8,68	73,8	«	16,0
3	742,6	9,2	14,1	11,65	8,4	15,4	11,90	10,2	9,9	13,16	13,65	14,82	8,3	7,42	75,8	»	8,0
4	750,7	5,0	13,9	9,45	4,5	16,5	10,50	9,8	9,7	12,75	12,96	14,30	14,6	7,75	80,3	»	6,0
5	754,5	7,4	15,0	11,20	6,4	17,4	11,90	11,7	11,6	12,99	13,12	14,17	7,7	7,92	72,8	»	5,5
6	757,1	7,6	16,4	12,00	6,8	18,6	12,70	12,8	12,6	13,46	13,36	14,12	6,1	9,27	80,5	»	9,5
7	753,0	10,4	17,2	13,80	9,8	17,8	13,80	14,8	14,5	14,05	13,95	14,49	3,8	9,51	74,8	»	7,5
8	754,3	13,4	17,1	15,25	12,8	19,7	16,25	13,3	12,7	14,63	14,53	14,69	2,1	9,80	82,5	»	9,5
9	760,6	8,3	13,1	10,70	7,3	14,2	10,75	10,3	9,9	12,91	13,32	14,46	6,8	7,19	72,5	»	5,5
10	765,8	6,3	13,2	9,75	4,6	14,8	9,70	9,7	9,5	11,80	12,27	13,81	13,3	6,48	69,5	»	2,5
11	760,6	4,6	12,4	8,50	3,0	13,0	8,00	9,1	8,8	11,19	11,58	13,16	7,1	7,31	81,0	«	0,5
12	765,5	5,3	12,2	8,75	5,0	13,8	9,40	8,4	8,4	10,82	11,54	12,97	13,3	6,64	81,8	»	1,0
13	768,3	3,6	12,1	7,85	2,2	13,4	7,80	8,5	8,3	9,88	10,60	12,43	13,2	6,44	77,8	»	0,5
14	762,6	3,6	11,6	7,60	1,5	13,4	7,45	7,3	7,3	9,16	9,95	11,89	11,8	6,13	79,5	»	0,5
15	758,5	3,6	11,9	7,75	1,3	14,5	7,90	6,6	6,5	8,72	9,48	11,45	8,4	5,99	81,3	»	0,5
16	757,0	1,2	12,7	6,95	0,1	15,0	7,55	6,6	6,5	8,91	9,41	11,15	9,6	6,82	87,3	»	0,5
17	758,5	5,2	15,5	10,35	4,4	17,8	11,10	9,6	9,5	10,22	10,38	11,36	9,4	8,13	85,0	»	0,0
18	755,4	5,5	18,3	11,90	4,6	19,5	12,05	12,6	12,3	11,54	11,31	11,80	6,0	10,09	87,5	«	0,0
19	751,0	10,7	20,3	15,50	10,3	22,3	16,30	15,3	15,3	13,55	13,09	12,76	11,9	11,68	83,5	»	0,0
20	752,3	11,5	17,7	14,60	10,7	19,5	15,10	14,4	14,4	13,99	13,66	13,39	3,9	11,12	88,0	»	0,0
21	759,1	11,9	15,1	13,50	11,3	17,2	14,25	12,5	12,4	13,67	13,65	13,72	3,3	9,44	82,3	»	0,0
22	766,2	8,7	13,9	11,30	8,7	16,4	12,55	9,2	9,1	11,64	12,18	13,40	10,1	7,38	81,0	»	7,0
23	764,4	4,9	12,7	8,80	3,1	13,8	8,45	8,5	8,5	10,31	10,79	12,48	7,8	7,01	81,0	»	0,5
24	760,3	4,9	8,7	6,80	4,3	9,4	6,85	6,7	6,6	9,98	10,42	11,89	2,5	6,84	89,5	»	0,0
25	762,7	5,8	11,7	8,75	5,5	12,5	9,00	7,7	7,5	9,85	10,40	11,59	6,4	6,74	82,8	»	0,5
26	764,9	1,2	3,1	2,15	0,6	2,8	1,70	0,6	0,5	6,77	8,25	10,86	2,1	4,43	92,3	»	0,0
27	758,9	−1,0	1,2	0,10	−2,6	1,6	−0,50	−1,1	−1,4	6,09	6,96	9,53	1,5	4,14	94,3	»	0,0
28	755,2	−2,1	4,8	1,35	−2,8	5,5	1,35	0,6	0,5	5,24	6,28	8,82	4,4	4,66	93,3	»	5,5
29	749,3	−0,6	11,5	5,45	−1,8	12,8	5,50	6,4	6,3	6,06	6,47	8,32	9,7	5,76	79,3	»	0,0
30	748,3	3,8	11,3	7,55	2,8	12,2	7,50	8,3	8,2	7,54	7,65	8,66	2,4	7,00	83,3	»	0,0
31	748,7	8,4	12,7	10,55	8,3	13,2	10,75	11,1	10,9	9,16	9,05	9,38	1,3	7,30	72,8	»	0,0
Moy.	756,4	5,98	13,00	9,49	5,13	14,45	9,79	9,28	9,11	10,89	11,23	12,45	7,27	7,56	81,5	»	3,3

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.

(2) Moyenne des observations à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Oct. 1871.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin.			PLUIE.		ÉVAPORATION.	VENTS.		NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Terrasse (1).	Cour.		Direction et force.	Nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm					
1	17.43,7	65.44,5	4,6148	7,9	?	»	OSO as. fort.	OSO	0,8	»
2	37,6	44,9	4,6318	8,1	7,6	»	OSO as. fort.	OSO	0,5	»
3	37,0	44,8	4,6324	2,6	2,4	»	ONO modéré.	O	0,9	»
4	37,2	45,7	4,6289	4,1	4,1	»	OSO faible.	OSO	0,4	»
5	38,8	45,2	4,6296	0,3	0,3	»	O faible.	O	0,5	»
6	38,5	44,5	4,6254	»	»	1,0	OSO faible.	OSO	0,8	»
7	37,3	44,6	4,6341	0,2	0,2	0,7	OSO faible.	OSO	0,8	»
8	37,7	43,8	4,6386	0,1	0,1	0,8	N faible.	NO	1,0	»
9	37,5	44,2	4,6436	6,7	6,5	»	ENE faible.	»	0,7	»
10	35,4	43,8	4,6411	»	»	1,0	NNO faible.	NO	0,2	»
11	37,2	45,2	4,6325	»	»	0,8	NNE faible.	NE	0,7	»
12	37,4	43,8	4,6311	5,8	6,0	»	E faible.	»	0,1	»
13	37,0	44,9	4,6253	»	»	0,4	ENE faible.	»	0,0	»
14	34,3	45,6	4,6349	»	»	0,9	SO tr.-faible.	»	0,0	»
15	35,4	47,3	4,5917	»	»	1,0	SO faible.	»	0,3	»
16	36,5	46,2	4,6015	»	»	1,0	SO faible.	»	0,1	»
17	35,1	46,7	4,6140	»	»	1,2	SO faible.	»	0,7	»
18	37,8	44,8	4,6321	»	»	0,7	SO faible.	»	0,7	»
19	36,6	45,5	4,6176	»	»	2,4	SSE modéré.	SO	0,2	»
20	40,1	45,5	4,7241	»	»	1,7	SO faible.	SSO	0,9	»
21	40,7	44,3	4,6142	1,1	1,2	»	O faible.	OSO	0,9	»
22	37,5	45,8	4,6176	0,4	0,4	0,2	ONO faible.	ONO	0,3	»
23	38,8	45,1	4,6309	»	»	0,6	N faible.	NNE	0,1	»
24	39,1	44,5	4,6031	»	»	0,0	N faible.	NE	1,0	»
25	36,2	44,7	4,6184	»	»	1,0	NNO faible.	NE	0,5	»
26	35,7	45,5	4,5935	»	»	0,7	N faible.	»	0,4	»
27	40,5	45,8	4,6006	»	»	0,0	O faible.	»	0,0	»
28	35,6	44,8	4,5944	»	»	2,3	OSO faible.	»	0,0	»
29	35,3	44,8	4,5887	»	»	0,0	SSE faible.	»	0,3	Halo vers $10^h 45^m$ du soir.
30	36,4	44,7	4,6073	»	»	2,0	SSE faible.	S	1,0	»
31	36,2	43,7	4,5932			0,0	SE modéré.	SE	1,0	»
Moy.	17.37,4	65.45,0	4,6222	37,3	?	»			0,51	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Octobre 1871.

Résumé des observations régulières.

Les moyennes comprises dans la dernière colonnne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

	8h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	756,78	756,83	756,44	756,20	756,40	756,72	756,57	756,64
Pression de l'air sec	749,65	749,38	748,31	748,01	748,53	749,28	749,35	749,08
Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne								9°,49
» » du jardin								9,79
Thermomètre à mercure (salle méridienne)	7°,43	9°,01	12°,00	12°,82	10°,75	9°,16	8°,22	9,60
» (jardin), t	7,30	9,02	12,97	12,97	10,08	8,48	7,58	9,51
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	6,98	8,67	12,64	12,66	9,80	8,21	7,32	9,21
Thermomètre électrique (13m,7)	7,05	8,57	11,97	12,78	10,26	8,70	7,86	9,28
» (33m,0)	6,87	8,37	11,69	12,56	10,14	8,61	7,77	9,11
Thermomètre noir dans le vide, T	10,70	17,33	26,38	20,95	9,47	7,93	7,08	14,68
Excès (T — t)	3,40	8,31	13,41	7,98	—0,61	—0,56	—0,50	5,17
Température moyenne T' déduite des observations diurnes 9 h. M., midi. 3 h. et 6 h S.								18,53
Température moyenne (T' — t')		»		»				7,27
Thermomètre de Leslie (du 14 au 31)	2,10	4,21	5,81	4,23	0,00	"	"	(3,56)
Température du sol à 0m,02	10,04	10,38	11,79	12,16	11,43	10,89	10,52	10,89
» 0m,10	10,78	10,79	11,26	11,82	11,85	11,56	11,31	11,23
» 0m,30	12,46	12,44	12,39	12,32	12,39	12,47	12,49	12,45
Tension de la vapeur en millimètres	7,13	7,45	8,13	8,19	7,87	7,44	7,22	7,56
État hygrométrique en centièmes	87,6	82,4	69,4	70,1	81,5	85,6	88,5	81,5
Inclinaison magnétique 65° +	44',46	45',01	44',80	43',73	43',66	43',85	44',20	44',47
Déclinaison magnétique 17° +	36,50	37,42	45,82	44,24	39,75	37,65	37,08	39,49
Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)]								37,3
» (udomètre du jardin)	15,4	3,5	0,9	11,5	2,0	8,3	3,6	45,2

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel, à l'ouverture de la séance, fait la Communication suivante :

« L'Académie des Sciences a perdu un de ses illustres Associés étrangers, Sir Roderick-Impey Murchison, l'avant-dernier nommé, le successeur de Faraday.

» Sir Roderick Murchison, avant de se livrer à l'étude de la géologie, avait servi avec honneur dans l'armée anglaise. Il avait conservé, jusqu'à la fin de sa vie, une fermeté d'allure toute militaire, qui s'alliait sans effort avec l'expression animée de la vive passion de la science et les manières affables d'un vrai gentilhomme.

» La géologie a reçu de ses travaux et de son influence personnelle, qui était considérable, des développements faits pour assurer à son nom une place importante et durable dans l'histoire des progrès de cette science.

» Il en a étendu le domaine en profondeur, en précisant l'étude des terrains sédimentaires les plus anciens, qu'il a rendus classiques sous les noms de terrains *cambrien, silurien* et *dévonien*.

» Il en a élargi la surface par les voyages et les longues explorations qu'il a accomplis en Écosse, dans les Alpes orientales, en Russie et dans l'Oural, soit avec M. le professeur Sedgwick, soit avec MM. de Verneuil et Keyserling.

» Il a beaucoup contribué de sa personne à rattacher la géologie à sa base naturelle, la géographie, science à laquelle il a prêté le concours le plus utile et le plus persévérant, en sa qualité de Président permanent de la Société géographique de Londres.

» Sir Roderick Murchison avait succédé à Sir Henry de la Bèche, comme directeur du *Geological Survey* (carte géologique détaillée) de la Grande-Bretagne et du *Museum of economical Geology*. Il n'a pas cessé d'occuper ce poste, au grand profit de la science, jusqu'à son décès, survenu dans la quatre-vingtième année de son âge; il était né en février 1792. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la mesure spectroscopique de la rotation du Soleil au moyen du spectroscope à réversion du Dr* Zœllner (suite du Rapport verbal du 20 septembre 1869); *par* **M. Faye.**

« L'Académie m'ayant chargé, il y a deux ans, de lui faire un Rapport verbal sur d'importantes brochures adressées par le Dr Zœllner, j'ai particulièrement insisté dans mon Rapport (1) sur un nouvel instrument désigné par l'auteur sous le nom de *spectroscope à réversion* et destiné à mettre en évidence, à mesurer même les déplacements occasionnés, dans les raies spectrales, par la vitesse relative dont l'objet et le spectateur peuvent être animés dans le sens de leur direction mutuelle. M. Zœllner désirait faire l'application de son appareil à la rotation du Soleil, non que le mouvement fût bien rapide (il compte, au contraire, parmi les plus lents du ciel), mais parce que la vive lumière du Soleil supporte l'emploi des plus puissants appareils dispersifs, tout en fournissant des raies d'une délicatesse et d'une netteté extrêmes (2).

» Aujourd'hui j'ai la satisfaction de compléter mon Rapport à ce sujet, en annonçant à l'Académie que l'expérience projetée a été enfin exécutée par le Dr Vogel à l'Observatoire privé de Bothkamp, près de Kiel, et qu'elle a été couronnée d'un plein succès (3).

» Le Dr Vogel a employé, pour l'observation d'une raie très-fine près de F, aux deux bords opposés du Soleil, un appareil de M. Zœllner un peu différent de celui dont j'ai parlé moi-même à l'Académie, en lui associant

---

(1) *Comptes rendus*, 1869. t. LXIX, p. 689.

(2) Les raies à observer sont naturellement les raies solaires proprement dites; celles qui proviennent de notre atmosphère ne subissent pas de déplacements et peuvent même être distinguées des premières. (Zoellner.)

(3) *Berichte der Kœn. Sæchs. Gesellschaft der Wiss.*, 1 Juli 1871.

un train circulaire de cinq prismes à forte dispersion. Le déplacement de la raie observée, d'un bord à l'autre du Soleil, dans la région équatoriale, a donné 3276 mètres par seconde pour la vitesse de rotation. Quelques jours après, avec un grossissement plus considérable et d'heureux perfectionnements de détail, la vitesse obtenue a été de 2497 mètres. C'est à 500 mètres près celle que donnent les taches (1997 mètres par seconde d'après mon calcul des observations de M. Carrington).

» L'Académie accueillera avec satisfaction, j'en suis certain, la nouvelle de ce succès qui confirme si bien les anciennes prévisions d'un de nos savants confrères, M. Fizeau (1), et qui donne un nouveau prix aux précédentes mesures que M. Huggins a effectuées sur Sirius. L'Astronomie va se trouver ainsi définitivement dotée, grâce aux appareils du Dr Zœllner, d'un nouveau et précieux moyen d'investigation dérivé de l'analyse spectrale. »

ASTRONOMIE. — *Sur la loi de rotation du Soleil; réponse à une réclamation du P.* Secchi *et à un Mémoire du Dr* Zœllner; *par* **M. Faye.**

« Les événements nous ont distraits longtemps du mouvement scientifique qui a continué à l'étranger alors qu'il était, non pas suspendu, mais profondément modifié en France. Aujourd'hui, certaines critiques viennent peu à peu jusqu'à nous : je tâcherai d'y répondre successivement. C'est ainsi qu'une récente brochure de M. Zœllner (2) m'a révélé une réclamation de priorité que le P. Secchi avait formulée l'an dernier dans un livre qu'il nous a présenté aux derniers moments de calme, et sur lequel j'avais à peine pu jeter un coup d'œil. Après avoir rappelé le mode singulier de la rotation du Soleil, mis en lumière par M. Carrington, M. Zœllner ajoute, en substance :

« On sait que Faye a déduit de ce fait remarquable la conclusion que la masse solaire est à l'état gazeux. Aujourdhui Secchi revendique cette idée dans les termes suivants :

» Dès le mois de janvier 1864, nous annoncions que le Soleil pourrait bien être gazeux.
» M. Faye a adopté après nous cette idée, que le Soleil est entièrement gazeux; il est même
» communément regardé en France comme l'auteur de cette théorie, car il l'a développée
» dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (Secchi, *le Soleil*, Paris,
» 1870, p. 101 et 106).

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXLX, p. 743; 1869; — t. LXX, p. 1062-1066; 1870.

(2) *Ueber das Rotations-Gesetz der Sonne und der grossen Planeten*, von F. Zœllner (Abdruck aus den *Berichten der K. Sæchs. Academie*, Sitzung der Math.-Phys. Classe am 11 Februar 1871).

» Mais Secchi appuie cette idée sur une autre base, à savoir la haute température du Soleil qui ne serait pas, d'après lui, inférieure à 10 millons de degrés. »

» Nous ne connaissons que trois états des corps, le solide, le liquide et le gazeux : on les a successivement attribués tous au Soleil. Mais ce qui constitue une théorie, ce n'est pas d'affirmer que le Soleil est à tel ou tel état, c'est de dire pourquoi, c'est d'assigner les faits qui conduisent plus ou moins logiquement à l'une de ces trois conséquences. On voit, par ce que vient de dire M. Zœllner, que j'ai rattaché l'état gazeux aux phénomènes de la rotation superficielle, tandis que le P. Secchi le déduit de certaines mesures relatives à la température du Soleil, ce qui est bien différent. Ma théorie n'a donc aucun rapport avec celle de notre éminent Correspondant et ne saurait être de sa part l'objet d'une réclamation légitime. Aussi M. Zœllner les distingue-t-il fort bien l'une de l'autre et les soumet-il à des critiques fort différentes. Je rapporte en note celle qu'il adresse au P. Secchi (1);

(1) M. Zœllner a évalué de son côté la température du Soleil; au lieu de 10 millions de degrés, il en trouve 27000. Quant à la méthode du P. Secchi, il commence par la rapporter dans les termes mêmes de l'auteur :

« La radiation d'un corps est proportionnelle à sa température ou à la force vive molécu-
» laire de ses radiations thermiques. On la mesure en déterminant la température à laquelle
» parvient un corps exposé au Soleil, et en comparant cette radiation avec celle que lui
» communiquent d'autres corps portés à une température connue.... Pour cela, on exposera
» un thermomètre au Soleil dans une enceinte de température connue, on lira l'indication
» *t* degrés donnée par la colonne mercurielle, et on multipliera ce nombre par le rapport
» qui existe entre la surface de la sphère (céleste) et la surface apparentedu Soleil. (Secchi,
» *le Soleil*, Paris, 1870, p. 265 et 266.) »

Outre que ces mots de la première phrase, dit en substance M. Zœllner, *température* et *force vive moléculaire de ses radiations thermiques* répondent à des notions essentiellement différentes et ne peuvent être logiquement associées par la conjonction *ou*, l'idée entière du P. Secchi est en contradiction avec le fait bien connu que la radiation calorifique d'un corps ne dépend pas seulement de sa température, mais aussi de sa nature intime et de l'état de sa surface. Les travaux de Melloni, de de la Roche, de la Prévostaye et Desains, s'accordent à montrer que la quantité de chaleur émise par un corps n'est pas proportionnelle à sa température, mais qu'elle croît plus rapidement que celle-ci, dès que la température cesse d'être très-faible et dépasse seulement 80 degrés. M. Kirchhoff a établi d'ailleurs que l'émission calorifique ou lumineuse d'un corps est une fonction de sa température, de la longueur d'onde et de la nature du corps; que cette fonction change d'un corps à l'autre; qu'elle ne peut être déterminée que par l'expérience; qu'enfin cette fonction, une fois obtenue ainsi, n'est réellement valable qu'entre les limites pour lesquelles elle a été déterminée.

Ces critiques, que je crois justes, ne touchent en rien à ma théorie, elles ne portent que sur celle du P. Secchi, et tendent à montrer qu'il n'y a pas de lien logique entre la conclusion et ses prémisses; je n'ai donc pas à m'en occuper davantage.

quant à celles qu'il adresse plus ou moins directement à la mienne, elles vont faire l'objet du présent Mémoire.

» N'ayant jamais cherché à évaluer, même grossièrement, la température actuelle du Soleil, je ne saurais discuter directement les 10 millions de degrés du P. Secchi ou les 27000 degrés de M. Zœllner. Je ferai remarquer toutefois qu'avec l'énorme température assignée par le P. Secchi, la surface du Soleil serait en effet, suivant toute apparence, absolument gazeuse; seulement le Soleil, à cet état purement *nébulaire*, comme disent les Anglais, ne nous éclairerait guère : ce ne pourrait être qu'une des phases les plus reculées de son passé. Nous allons voir que la théorie (non pas la température plus acceptable) de M. Zœllner aurait l'inconvénient opposé, celui de placer le Soleil à la veille de son extinction.

» Suivant M. Zœllner, le Soleil, bien loin d'être à l'état gazeux, est entièrement solide, sauf une mince couche liquide, semblable à de la lave en fusion, qui le recouvre entièrement. Sur cette mer de lave apparaissent, par suite du refroidissement, de fréquentes scories qui font tache. Le tout est enveloppé d'une vaste atmosphère dont les courants activent sans cesse le refroidissement de la surface incandescente, plus encore aux pôles qu'à l'équateur.

» Ainsi nous nous retrouvons en présence de l'ancienne théorie de M. Kirchhoff que j'ai tant combattue, à cette différence près que les taches ne sont plus des nuages, mais des scories nageant sur une mer de lave en fusion. M. Zœllner réserve les nuages pour les seules pénombres. Nous allons voir comment, de cette constitution du Soleil, l'auteur a pu déduire mathématiquement la loi de sa rotation superficielle.

» D'après M. Zœllner, un globe solide incandescent qui émet de la chaleur, tout en tournant autour d'un axe, doit présenter dans son atmosphère un double courant, l'un, supérieur, allant de l'équateur aux pôles; l'autre, inférieur, allant des pôles à l'équateur. Mêmes phénomènes dans l'océan liquide qui recouvre le globe solide. Comme les courants supérieurs abordent des parallèles de plus en plus étroits, ils se trouvent en avance sur la rotation générale absolument comme l'alizé supérieur de notre terre; les courants inférieurs, au contraire, soit de l'atmosphère, soit de l'océan, remontent vers l'équateur et se trouvent de plus en retard sur la rotation de la masse solide.

» Jusqu'ici cela ne s'accorde guère avec ce qui se passe sur le Soleil, car, à ce compte, la rotation superficielle de la mer de lave incandescente devrait présenter une accélération progressive de l'équateur aux pôles,

tandis que c'est précisément le contraire qui a lieu. Mais le savant auteur va arranger cela en introduisant dans la question un élément de plus, à savoir le frottement que l'alizé inférieur de l'atmosphère doit exercer sur la surface de l'océan de feu. Alors en chaque point de celle-ci vous aurez : 1° un mouvement de la masse liquide superficielle venant d'entre sud et ouest (sur l'hémisphère boréal); 2° un frottement de l'alizé inférieur soufflant d'entre nord et est. D'après M. Zœllner, la résultante de ces deux actions serait, à toute latitude, dirigée juste de l'est à l'ouest, en sens exactement contraire de celui de la rotation, tout comme si la masse liquide était confinée dans de petits canaux circulaires, de manière à ne pouvoir marcher que dans le sens des parallèles. Vous aurez ainsi dans cet océan, grâce à cette combinaison un peu arbitraire des forces, un ralentissement progressif de la rotation superficielle d'autant plus marqué que vous vous éloignerez davantage de l'équateur.

» M. Zœllner considère encore une autre action, à savoir le frottement que la mince nappe de lave fondue exerce sur le globe solide qui la supporte : il agit en sens contraire du premier, c'est-à-dire du frottement de l'atmosphère, puisqu'il tend à restituer à l'océan la rotation même du noyau. De toutes ces actions combinées, il résulterait que l'expression de la vitesse angulaire ω, à la latitude quelconque φ, doit être de la forme

$$\omega = p\left(\frac{\mathrm{M} - \mathrm{N}\sin^2\varphi}{\cos\varphi}\right) + q\omega_1,$$

ω_1 étant la vitesse de rotation du noyau solide, p et q des fonctions inconnues de la latitude φ et des coefficients des deux frottements considérés, M et N des constantes à déterminer par l'observation.

» Tout ce qu'on peut dire de ces fonctions p et q, c'est que, dans le cas où le premier frottement (gaz sur fond liquide) serait très-petit par rapport au deuxième (liquide sur fond solide), p serait sensiblement nul pour toute valeur de φ, tandis que q se réduirait à une constante; et que, si ces deux frottements étaient égaux, p deviendrait constant et q serait nul.

» On comprend déjà combien M. Zœllner devait tenir à la deuxième alternative, qui, seule, lui permettrait d'utiliser sa formule; vous allez voir comment il s'y prend pour la légitimer. Commençons par le frottement du courant gazeux. Il n'est pas si petit, affirme M. Zœllner, qu'on serait tenté de le croire d'après la faible densité des gaz; en particulier, celui de l'air à 10 degrés est à peine quarante fois moindre (selon O.-F. Meyer) que celui de l'eau, bien que sa densité soit 770 fois plus faible. D'après les recherches

théoriques de Maxwell, confirmées par certaines observations de Meyer, ce coefficient de frottement de l'air, indépendant de la densité, croîtrait en raison de la racine carrée de la température absolue. Or celle du Soleil (27000 degrés) est 100 fois plus grande que celle de l'air à 10 degrés (température absolue $= 10^{\circ} + 273^{\circ} = 283^{\circ}$). Sur le Soleil donc le frottement de l'air serait 10 fois plus grand et, par suite, se rapprocherait notablement du frottement des liquides. Ce n'est pas tout. Ce dernier, à l'inverse des gaz, va en diminuant avec la température absolue; il suffirait qu'il devînt, pour la lave frottant sur le fond (sans doute nullement pâteux) de la mer solaire, 4 fois plus petit que celui de l'eau pour que l'égalité de nos deux frottements se trouvât réalisée. Alors la formule, jusqu'ici fort peu maniable, se réduirait à

$$\omega = \frac{M - N \sin^2 \varphi}{\cos \varphi},$$

et c'est celle que M. Zœllner adopte. Elle indiquerait bien une vitesse angulaire de rotation décroissant d'abord pour des latitudes croissantes; mais, à une certaine distance de l'équateur, elle reprend une marche croissante qui va, aux pôles, jusqu'à l'infini. Ce serait un inconvénient si M. Zœllner ne faisait remarquer que l'alizé inférieur, qui joue ici le rôle principal, ne commence pas aux pôles mêmes, et que, par suite, la formule ci-dessus demande à n'être pas appliquée au delà d'une certaine latitude que l'auteur laisse tout à fait indécise.

» Pour moi je ne vois là, je l'avoue, que l'effort d'un savant qui, ayant pris une erreur pour point de départ, veut arriver à toute force à faire cadrer les déductions qu'il en tire avec une réalité rebelle.

» La réalité consiste en ce qu'il n'y a pas du tout, sur le Soleil, de mouvement général de l'équateur aux pôles ni des pôles à l'équateur, ainsi que je l'ai fait voir par une discussion minutieuse des sept années d'observations de M. Carington. Par conséquent il n'y a pas d'assimilation possible avec les vents alizés de notre atmosphère ou les courants de notre océan. Quant à l'erreur initiale de l'auteur, c'est l'idée même qu'il persiste à se faire du Soleil, en dépit de tous les faits recueillis depuis des siècles et des démonstrations éclatantes de ces dernières années : car d'abord la photosphère n'est pas une lave liquéfiée; ensuite les taches ne sont pas des scories surplombées par des nuages formant pénombre; enfin il n'y a pas de vents alizés dans la chromosphère (1).

(1) On ne renoncera pas de sitôt à chercher des vents alizés sur le Soleil. Il y a bien eu

» Lorsque j'ai examiné moi-même ces questions, longtemps avant M. Zœllner, j'ai suivi une marche opposée, la seule sûre à mon avis. C'est dans les mouvements des taches, c'est-à-dire dans les faits eux-mêmes et en dehors de toute hypothèse, de toute idée préconçue, que j'ai cherché la loi de la rotation. Je suis arrivé ainsi à la loi $\omega = M - N \sin^2 \varphi$.

» Parmi les formules moins simples que j'ai essayées sans y attacher de signification mécanique, se trouvait aussi celle que nous propose M. Zœllner, car il était naturel d'examiner si les vitesses diurnes qu'il fallait représenter ne devaient pas être préalablement réduites en arc de grand cercle. Mais, outre l'inconvénient de cette expression qui prend aux pôles des valeurs infinies, elle nous offre un minimum entre le pôle et l'équateur pour la latitude dont le sinus est $\sqrt{\frac{2N - M}{N}}$, circonstance incompatible avec les observations, ainsi que nous allons le voir.

» Et d'abord ce n'est pas à mon premier Mémoire de 1865 que M. Zœllner aurait dû se reporter, mais à celui de 1867 (1). J'ai mis en effet deux ans à recalculer les observations de M. Carrington, et c'est sur ces observations corrigées des inégalités dont j'avais reconnu chemin faisant l'existence, que mon travail définitif a été exécuté. J'ai trouvé ainsi

$$\omega = 857',6 - 167',3 \sin^2 \varphi.$$

» En traitant la formule de M. Zœllner de la même manière, on aurait

$$\omega = \frac{857',65 - 593',9 \sin^2 \varphi}{\cos \varphi}.$$

» Les valeurs normales de mon Mémoire sont représentées comme il suit :

---

arrêt à l'époque où l'état réel de son enveloppe gazeuse nous a été révélé par le spectroscope, mais bientôt on s'est ravisé. C'est ainsi qu'on a cru récemment trouver une indication favorable à l'existence de ces courants dans les directions si variées des jets d'hydrogène incandescent émis par la chromosphère. M. le professeur Respighi, qui observe depuis longtemps, à Rome, ces phénomènes au spectroscope, n'a absolument rien noté de pareil. D'ailleurs la seule inspection des dessins déjà publiés en grand nombre suffit, aux esprits non prévenus, pour faire évanouir toute idée de courants généraux dans la chromosphère.

(1) Faye, *Sur la loi de la rotation superficielle du Soleil* (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 201-211; 1867).

φ	ω obs.	Erreurs de la 1re formule.	Erreurs de la 2e formule.
1°,60	856′,6	+ 0′,9	+ 0′,9
6,00	856,3	— 0,4	+ 0,1
8,76	855,0	— 1,1	— 1,2
11,34	851,1	+ 0,4	+ 0,2
15,14	846,7	+ 0,2	— 0,1
19,67	840,9	— 1,1	— 1,5
22,32	834,3	+ 0,65	+ 0,3
26,18	826,2	+ 0,8	+ 0,8
29,75	819,2	— 0,4	+ 0,4
Observations employées seulement pour la vérification.			
34,85	806,6	— 0,3	+ 2,5
45,00	773,3	+ 5,7	+20,2

» La somme des carrés des erreurs réduites en arc de grand cercle est 21 pour ma formule, et 206 pour celle de M. Zœllner. La marche des erreurs n'est pas moins significative : la discordance de plus en plus marquée de la deuxième formule avec les observations tient à ce que celle-là accuse un minimum vers 48 degrés, région bien voisine de celle où les observations indiquent, au contraire, une inflexion. C'est ce que j'avais d'avance montré dans mon Mémoire de 1867 (1).

» Réunissons maintenant dans un même tableau les traits divers qui caractérisent la rotation solaire; nous verrons que :

» 1° La surface extérieure est parfaitement sphérique, sauf les légères dénivellations des facules;

» 2° L'axe de rotation conserve dans l'espace une direction invariable;

» 3° La vitesse angulaire de la rotation superficielle, au lieu d'être constante, va en diminuant de l'équateur aux pôles; la diminution est sensiblement proportionnelle au carré du sinus de la latitude;

» 4° Les deux hémisphères ne présentent aucune différence sous ces deux rapports;

» 5° Pas de courants superficiels dirigés soit vers les pôles, soit vers l'équateur, mais seulement de petites oscillations très-régulières dont j'ai donné la loi.

---

(1) *Voir* également, en ce qui concerne une observation très-curieuse de M. Peters, de Naples (dont M. Carrington et moi n'avons pas fait usage, mais à laquelle M. Zœllner tient beaucoup), mon Mémoire *Sur une inégalité non périodique en longitude, particulière à la première tache de chaque groupe solaire* (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 380; 1867).

» Il m'a semblé qu'une rotation pareille ne peut exister que si des courants ascendants, partis de grandes profondeurs et dans toutes les directions, viennent continuellement ralentir la vitesse superficielle. Le Mémoire de M. Zœllner est, à mes yeux, une preuve de plus qu'il n'y a pas à chercher ailleurs la cause de ce singulier phénomène.

» Il est facile de voir maintenant comment j'ai été conduit à affirmer que le Soleil devait être à l'état gazeux, sinon en totalité, du moins jusqu'à une grande profondeur. Les courants ascendants dont je viens de parler supposent des contre-courants descendants; le jeu de ces mouvements continuels qui s'opèrent simultanément avec une grande régularité dans la masse intérieure doit dépendre de la radiation continuelle de la surface solaire, par où s'échappe incessamment un immense flux de chaleur. Comme cette surface (la photosphère) est, non pas entièrement gazeuse, mais principalement formée d'une foule de petits amas nuageux de particules incandescentes, il est naturel de penser que les courants ascendants amènent vers la surface refroidie des vapeurs qui s'y condensent physiquement ou chimiquement en nuages lumineux, tandis que la chute incessante des particules solides dont les nuages sont formés déterminent les courants descendants, réduits eux-mêmes plus tard en vapeurs par la température élevée des couches sous-jacentes. Or un pareil mécanisme exige évidemment que le Soleil soit à l'état de mobilité gazeuse jusqu'à une grande profondeur. Mais il importe peu que cette gazéité soit totale. D'ailleurs, si la chaleur interne va en croissant très-probablement vers le centre, la pression augmente aussi très-rapidement, et nous ne saurions guère nous figurer, en l'absence de toute donnée mécanique, l'état réel des couches centrales soumises à ces forces gigantesques, avec une densité supérieure sans aucun doute à celle de l'eau.

» Mais l'intérêt principal de cette conception directement déduite des faits observés et des mesures, c'est qu'elle nous fait enfin comprendre la constance admirable des radiations solaires. Si cet astre peut fournir à l'énorme dépense de chaleur qu'il fait à chaque instant, depuis des milliers de siècles, sans jamais s'épuiser, je veux dire avec une énergie où nous ne saisissons encore aucune trace d'affaiblissement, ce n'est pas que ses dépenses se réparent par quelque cause mystérieuse, ou par un aliment venu du dehors, comme l'ont voulu Newton avec ses comètes, R. Meyer, un des fondateurs de la thermodynamique, avec ses aérolithes, ou sir W. Thompson avec son ingénieuse spirale de matière cosmique : c'est tout simplement que son énorme masse contribue presque tout entière à cette dépense par

le double jeu des courants intérieurs dont sa rotation révèle l'existence. Lorsque ces courants auront été entravés depuis longtemps par la contraction progressive de la masse, lorsque le Soleil en sera venu à la phase si prématurément assignée par le Dr Zœllner, sa surface, ayant seule à suffire à cette dépense, ne pourra plus la faire que pendant quelques jours : ce sera le début de l'extinction finale.

» Telle est, en peu de mots, la théorie que j'ai exposée dans les *Comptes rendus*, et qu'en effet, comme le dit le P. Secchi, on veut bien m'attribuer communément en France : je ne pense pas que notre savant Correspondant y ait le moindre droit. Telle est aussi la réponse que je crois devoir opposer à l'intéressant Mémoire de M. le Dr Zœllner. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Théorème sur le spiral réglant des chronomètres.* Note de **M. Phillips**.

« Dans mon Mémoire de 1860 sur le spiral réglant des chronomètres et des montres, j'ai démontré que les conditions à remplir par le spiral, au point de vue de l'isochronisme, étaient que sa forme soit telle : 1° qu'il n'exerce aucune pression, pendant le mouvement, contre l'axe du balancier ; ou 2° que le centre de gravité du spiral reste constamment, pendant le mouvement, sur cet axe, et que la réunion, s'il était possible, de ces deux conditions, résoudrait la question avec une approximation pour ainsi dire du second ordre. J'ai fait voir, en outre, que les courbes terminales déduites de la théorie, en vue de satisfaire à la première condition, vérifiaient en même temps la seconde. Ces courbes terminales ont d'ailleurs été déterminées en ayant égard à la forme générale habituelle des spiraux supposés cylindriques.

» Le but du théorème dont il s'agit dans cette Note est de démontrer rigoureusement un fait très-général, dont voici l'énoncé : « Toutes les fois » que la forme d'un spiral est telle qu'il n'existe, pendant le mouvement, » aucune pression contre l'axe du balancier, il arrive que, pendant le » mouvement, le centre de gravité de ce spiral est constamment sur l'axe » du balancier. »

» On voit par là que la seconde condition mentionnée ci-dessus est toujours une conséquence de la première.

» Rappelons d'abord que, ainsi que je l'ai démontré dans mon Mémoire de 1860, la première condition peut être présentée sous une autre forme. Supposons que, laissant fixes l'extrémité du spiral, qui est fixe, ainsi que

son inclinaison en ce point, laquelle est invariable, on déforme ce spiral d'après la loi

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{\alpha}{L}, \tag{1}$$

ρ_0 étant le rayon de courbure d'un point quelconque du spiral avant sa déformation; ρ celui du même point après la déformation; L la longueur totale du spiral, et α l'angle quelconque dont le balancier a tourné.

» La condition dont il s'agit revient à ce que l'autre extrémité du spiral, laquelle devra être fixée à la virole du balancier et encastrée dans cette virole, vienne, comme conséquence de cette déformation, aboutir en un certain point de la circonférence décrite par le point correspondant de la virole, et que cette extrémité du spiral rencontre alors cette circonférence sous un angle donné.

» Je passe maintenant à la démonstration du théorème.

» Je désigne par A' l'extrémité fixe du spiral, par A'' son extrémité mobile, par δ' la distance de A' au centre O du balancier, par δ'' la distance au centre O du point de la virole auquel doit être relié le point A''; enfin, par γ'', l'angle sous lequel l'extrémité A'' du spiral doit couper la circonférence correspondante de la virole dont O est le centre.

» Je rapporte le système à deux axes rectangulaires XOX', YOY' perpendiculaires à l'axe, la partie positive OY de ce dernier étant menée par le point A'; OX sera la partie positive de l'autre axe.

» Soient :

s la longueur du spiral, depuis le point A' jusqu'à un point quelconque;

θ_0 l'angle formé par le rayon de courbure en ce point (le sens de ce rayon de courbure allant du centre de courbure à ce point) avec OY, avant la déformation du spiral;

θ l'angle formé avec OY, par le rayon de courbure au même point, après la déformation déterminée par la formule (1).

» J'ai démontré, dans mon Mémoire de 1860, que l'on a

$$\theta = \theta_0 + \frac{\alpha s}{L}. \tag{2}$$

» Désignons par x et y les coordonnées d'un point quelconque, correspondant à la longueur s, après la déformation. On a

$$dx = ds \cos\theta \quad \text{et} \quad dy = -\,ds \sin\theta,$$

ou, à cause de (2),

$$dx = \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds \quad \text{et} \quad dy = -\sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds.$$

» Donc

(3) $$x = \int_0^s \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds,$$

et

(4) $$y = \delta' - \int_0^s \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds.$$

» Si x'' et y'' sont les coordonnées du point A″ après la déformation, on a, en vertu de (3) et (4),

(5) $$x'' = \int_0^L \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds$$

et

(6) $$y'' = \delta' - \int_0^L \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds.$$

» Soit θ''_0 l'angle formé avec OY par le rayon de courbure en A″, avant la déformation. En même temps, le rayon OA″ fait avec OY un angle $\theta''_0 - \gamma''$. Or, puisque nous supposons que la première condition est satisfaite, nous devons admettre que, quel que soit α, le point A″ vient, après la déformation, aboutir au point de la circonférence de la virole (circonférence dont le centre est O et dont le rayon est δ'') correspondant au rayon qui fait, avec OY, un angle $\theta''_0 - \gamma'' + \alpha$.

» Soient x''' et y''' les coordonnées de ce point. On a

$$x''' = \delta'' \sin(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha) \quad \text{et} \quad y''' = \delta'' \cos(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha).$$

Or

$$x'' = x''' \quad \text{et} \quad y'' = y''';$$

d'où, à cause de (5) et (6),

(7) $$\int_0^L \cos\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds = \delta'' \sin(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha)$$

et

(8) $$\int_0^L \sin\left(\theta_0 + \frac{\alpha s}{L}\right) ds = \delta' - \delta'' \cos(\theta''_0 - \gamma'' + \alpha).$$

» Comme ces deux relations sont supposées vérifiées quel que soit α, on

peut les différentier par rapport à α, ce qui donne

(9) $$\int_0^L \frac{s}{L}\sin\left(\theta_0+\frac{\alpha s}{L}\right)ds = -\,\delta''\cos(\theta''_0-\gamma''+\alpha)$$

et

(10) $$\int_0^L \frac{s}{L}\cos\left(\theta_0+\frac{\alpha s}{L}\right)ds = \delta''\sin(\theta''_0-\gamma''+\alpha).$$

» Soient maintenant x_1 et y_1 les coordonnées du centre de gravité du spiral entier, après la déformation. Calculons x_1 et y_1. On a, en intégrant par parties,

$$\int x\,ds = sx - \int s\,dx \quad \text{et} \quad \int y\,ds = sy - \int s\,dy.$$

» Remplaçons dx et dy par leurs valeurs données plus haut. Intégrons entre les limites correspondant aux deux extrémités du spiral.

» Il vient alors

$$Lx_1 = Lx'' - \int_0^L s\cos\left(\theta_0+\frac{\alpha s}{L}\right)ds$$

et

$$Ly_1 = Ly'' + \int_0^L s\sin\left(\theta_0+\frac{\alpha s}{L}\right)ds,$$

ou

(11) $$x_1 = x'' - \int_0^L \frac{s}{L}\cos\left(\theta_0+\frac{\alpha s}{L}\right)ds$$

et

(12) $$y_1 = y'' + \int_0^L \frac{s}{L}\sin\left(\theta_0+\frac{\alpha s}{L}\right)ds.$$

» Remplaçant dans (11) et (12) x'' et y'' par leurs valeurs x''' et y''', et les intégrales contenues dans les seconds membres par leurs valeurs (9) et (10), il vient

$$x_1 = 0 \quad \text{et} \quad y_1 = 0,$$

ce qui est le résultat annoncé.

» Je vais maintenant, en me servant de ce théorème, démontrer la loi due à M. Grossmann, et d'après laquelle les deux courbes terminales théoriques d'un spiral cylindrique peuvent être prises de types différents pour chacune d'elles.

» Pour cela, je nomme A′B′C′ la courbe terminale dont l'extrémité A′

est fixe; δ' la distance de A′ au centre O du balancier; γ' l'angle sous lequel l'extrémité A′ de cette courbe coupe la circonférence décrite de O comme centre, avec δ' pour rayon; enfin C′ le point de raccordement entre la courbe et les spires circulaires.

» De même, j'appelle A″B″C″ la courbe terminale, dont l'extrémité A″ est encastrée invariablement dans la virole du balancier; δ'' la distance du point A″ au centre O du balancier; γ'' l'angle sous lequel l'extrémité A″ de cette courbe coupe la circonférence décrite de O comme centre, avec δ'' pour rayon; enfin C″ le point de raccordement entre cette courbe et les spires circulaires.

» A′B′C′ et A″B″C″ sont deux courbes terminales théoriques quelconques et pouvant être de deux types différents.

» En premier lieu, on voit facilement que le spiral, ainsi formé, satisfait à la première des deux conditions mentionnées au commencement de cette Note. Pour cela, il suffit de démontrer que si, laissant fixes le point A′ et l'inclinaison γ' en ce point, on déforme le spiral tout entier d'après la loi

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{\alpha}{L},$$

l'extrémité A″ du spiral viendra, après cette déformation, se placer à une distance δ'' du point O, et que cette extrémité du spiral coupera, sous l'angle γ'', la circonférence décrite de O comme centre avec δ'' pour rayon.

» A cet effet, désignons par A‴B‴C‴ la courbe A″B″C″, après cette déformation. La courbe A′B′C′ étant théorique, le centre des spires circulaires est resté sur l'axe, et, par suite, le centre de ces spires, en C‴, est au point O. Supposons, d'autre part, que, prenant la courbe A″B″C″ avant toute déformation du spiral, on la déforme suivant la loi indiquée, en laissant fixes l'extrémité A″ et l'inclinaison γ'', et désignons par $A^{\text{IV}}B^{\text{IV}}C^{\text{IV}}$ ce que devient cette courbe. La courbe A″B″C″ étant théorique, le centre des spires circulaires, en C^{IV}, serait en O. Donc on ferait coïncider $A^{\text{IV}}B^{\text{IV}}C^{\text{IV}}$ avec A‴B‴C‴ par un simple mouvement de rotation autour de O. Ceci prouve qu'après la déformation générale du spiral, son extrémité A″ vient se placer à la distance δ'' du point O, et que cette extrémité A″ vient en même temps couper sous l'angle voulu γ'' la circonférence décrite de O comme centre avec δ'' pour rayon.

» Il suit de là qu'ainsi construit, le spiral satisfait à la première condition ou, en d'autres termes, qu'il n'exerce, pendant le mouvement, aucune pression contre l'axe du balancier.

» Maintenant, il résulte du théorème général qui forme l'objet principal de cette Note, que le spiral, vérifiant la première condition, satisfait par cela même à la seconde, c'est-à-dire que son centre de gravité est constamment, pendant le mouvement, sur l'axe du balancier.

» On voit par là qu'on peut prendre les deux courbes terminales d'un spiral cylindrique de types différents pour chacune d'elles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la température des sols couverts de bas végétaux ou dénudés; par* **MM. Becquerel** *et* **Edm. Becquerel.** (Extrait.)

« C'est au Muséum d'Histoire naturelle où a été établi, pour la première fois, le thermomètre électrique, à l'aide duquel on détermine la température d'un lieu éloigné de l'observateur, où, par conséquent, la lecture des thermomètres ordinaires n'est pas possible; ce lieu peut être dans la terre, à quelques centaines de mètres au-dessous du sol, dans l'intérieur de l'homme, des animaux et des végétaux. Les observations peuvent être faites à tel degré d'exactitude que l'on veut. Avant de commencer une série d'observations sur différents points, dans le but de comparer ensemble les résultats, il faut s'assurer préalablement que les fils de cuivre et de fer qui forment la partie principale des instruments sont homogènes, sans quoi il pourrait en résulter des erreurs assez fortes, attendu que l'intensité des courants thermo-électriques varie avec les métaux alliés au fer et au cuivre (1).

» En 1863, on a commencé à placer au Jardin des Plantes des câbles thermo-électriques de 5 mètres en 5 mètres, depuis 1 mètre au-dessous du sol jusqu'à 36 mètres; on a discuté avec soin les résultats obtenus et les conséquences qu'on en a déduites, lesquels ont fait le sujet de plusieurs Mémoires que l'un de nous a présentés à l'Académie (2).

» En 1870, d'autres observations ont été entreprises avec des thermomètres formés de câbles thermo-électriques, fer-cuivre, placés à d'égales profondeurs, sous un sol dénudé, couvert de sable, et sous un sol semblable couvert de bas végétaux, à $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,30$, $0^m,60$. Ce sol, qui est celui de la partie basse du labyrinthe, est formé de terres rapportées, de déblais provenant de l'intérieur de Paris. On s'est assuré de la similitude

(1) Voir *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII.

(2) *Mémoires de l'Académie*, t. XXXII et XXXV. — *Comptes rendus*, t. LV, LVI, LX, LXII, LXIV, LXVII et LXVIII.

des deux sols, en examinant avec soin les terres retirées d'une tranchée de 30 mètres de longueur, 1 mètre de largeur et $0^m,6$ de profondeur, destinée à y placer les câbles qui devaient transmettre les courants thermo-électriques dans le cabinet de physique où se trouvait l'appareil servant à déterminer la température. Le but que nous nous sommes proposé a été de voir comment l'état de la surface du sol influait sur la température à ces diverses profondeurs, question qui intéresse les sciences naturelles ainsi que l'agriculture.

» Des observations ont été faites d'abord, de trois heures en trois heures, à chacune des cinq stations, ainsi qu'à 1 mètre sous le sol; mais on s'est borné ensuite aux quatre suivantes, comme suffisantes pour montrer le mouvement de la chaleur sous un sol couvert et un sol dénudé, savoir : 6 heures et 9 heures du matin, 3 heures et 9 heures du soir.

» Ces observations ont permis d'en déduire la moyenne de la journée, en prenant les moyennes de 9 heures du matin et de 9 heures du soir, de 6 heures du matin et de 3 heures du soir, instants des minima et des maxima dans l'air, ou bien les moyennes de quatre observations. A l'aide des constructions graphiques des valeurs obtenues, on voit immédiatement la marche des températures sous le sol, dans le cours de la journée; nous avons réuni en tableau les observations faites pendant les vingt derniers jours d'août, le mois de septembre et le mois d'octobre et de leurs moyennes, ainsi que le tableau des moyennes générales composant en tout seize tableaux, que nous donnons dans ce Mémoire, pour que l'on se fasse une idée nette des résultats obtenus et que l'on puisse suivre les conséquences qui en découlent. Voici quelles sont les principales : pendant le mois d'août, le maximum de température a eu lieu à 3 heures, et s'est fait sentir jusqu'à $0^m,10$; mais il a été plus fort sous le sol dénudé, qui était formé superficiellement de sable, que sous le sol couvert de bas végétaux.

» Les maxima ont suivi la marche suivante aux profondeurs $0^m,05$ et $0^m,10$:

		Prof. $0^m,05$.	Prof. $0^m,10$.
Août 1871.......	sol couvert......	23,84	22,75
	sol dénudé......	26,23	24,15
Septembre	sol couvert......	18,23	18,01
	sol dénudé	19,65	18,51
Octobre	sol couvert......	10,54	10,08
	sol dénudé......	10,66	10,14

» On voit qu'en août la différence à $0^m,05$ entre la température maxi-

mum sous le sol dénudé et le sol couvert a été de $2^{\circ},59$, et à $0^{m},10$ de $1^{\circ},40$; en septembre, $1^{\circ},42$ pour l'une, $0^{\circ},50$ pour l'autre; en octobre, $0^{\circ},12$ pour l'une, et $0^{\circ},52$ pour l'autre. On voit par là que les différences ont été en diminuant, à mesure que le rayonnement solaire diminuait.

» Les températures à 6 heures du matin, les plus basses de toutes, ont donné également, aux deux profondeurs $0^{m},05$ et $0^{m},10$:

		Prof. $0^{m},05$.	Prof. $0^{m},10$.
Août 1871	sol couvert	20,51	21,18
	sol dénudé	18,15	19,30
Septembre	sol couvert	16,52	17,28
	sol dénudé	14,41	15,39
Octobre	sol couvert	9,65	10,13
	sol dénudé	7,10	7,87

» On voit par ces résultats que les températures les plus basses ont été plus faibles, pendant les trois mois sous le sol dénudé que sous le sol couvert, d'environ 2 degrés. Nous ferons remarquer que les maxima et les minima dont il est question ne sont peut-être pas les maxima et les minima réels, attendu que les observations horaires, qui seules peuvent les donner, ne sont guère possibles, ici, chaque série d'observations demandant trente à quarante minutes à faire, dans un observatoire qui n'a pas un personnel suffisant pour observer sans interruption.

» En prenant les moyennes des quatre observations pendant les trois mois, on arrive aux résultats consignés dans le tableau suivant :

	Sol couvert.					Sol dénudé.				
	$0^{m},05$	$0^{m},10$	$0^{m},20$	$0^{m},30$	$0^{m},60$	$0^{m},05$	$0^{m},10$	$0^{m},20$	$0^{m},30$	$0^{m},60$
Moyennes des observations de 9 heures du matin et de 9 heures du soir.										
Août 1871......	21,60	21,86	21,89	21,62	21,29	21,03	21,15	21,40	21,29	20,53
Septembre......	17,09	17,62	18,04	18,70	18,76	16,17	16,24	16,89	17,17	17,62
Octobre........	10,03	10,51	11,19	11,81	13,20	8,18	8,52	9,21	9,90	11,43
Moy....	16,24	16,66	17,04	17,37	17,75	15,12	15,30	15,81	16,12	16,52
Moyennes des observations de 6 heures du matin et de 3 heures du soir.										
Août 1871......	22,17	21,86	21,78	21,60	21,02	22,24	21,72	21,13	21,10	20,43
Septembre......	17,42	17,64	17,95	18,23	18,79	17,05	16,96	16,91	17,17	17,71
Octobre........	10,15	10,40	11,17	11,99	13,25	8,83	9,02	9,30	9,83	11,48
Moy....	16,58	16,67	16,97	16,27	17,69	16,04	15,90	15,78	16,03	16,54
Moyennes générale des observations de 6 heures et 9 heures du matin et de 3 heures et 9 heures du soir.										
Août 1871......	21,89	21,92	21,83	21,61	21,16	21,57	21,44	21,32	21,20	20,48
Septembre......	17,26	17,58	18,26	18,13	18,85	16,60	16,59	16,96	17,17	17,67
Octobre........	10,09	10,46	11,18	11,40	13,22	8,50	8,77	9,31	9,86	11,46
Moy....	16,41	16,65	16,99	17,04	17,74	15,56	15,60	15,86	16,07	16,53

» Les résultats consignés dans ce tableau montrent que, dans les cinq stations, la température moyenne a été constamment plus basse d'environ 1 degré sous le sol dénudé que sous le sol couvert, et que cette température a été ascendante dans les deux sols, en s'abaissant au-dessous de la surface, de telle sorte que la différence entre la température à $0^m,05$ et celle à $0^m,60$ a été d'environ 1 degré. Ils indiquent, en outre, que les moyennes obtenues avec les observations de 9 heures du matin et 9 heures du soir, 6 heures du matin et 3 heures du soir, ou bien avec les observations de 6 heures et 9 heures du matin, 3 heures et 9 heures du soir, présentent peu de différences, de sorte que l'on pourra se contenter à l'avenir de celles des observations de 6 heures du matin et 3 heures du soir qui donnent les températures maxima et minima dans cette saison. On verra s'il en est de même en hiver.

» Cet état de choses intéresse les cultures en général, sous le rapport des profondeurs où les graines doivent être mises et où les racines se plaisent le mieux, ainsi que l'entomologie, pour expliquer les mœurs des insectes, qui préfèrent telle profondeur à une autre pour y déposer leurs œufs et même y vivre, ainsi que leurs larves. »

BOTANIQUE. — *Observations sur les Pomacées; par* **M. J. Decaisne.**

« Les Pomacées forment un groupe des plus naturels et qui l'emporte de beaucoup sur les autres tribus des Rosacées par le nombre de plantes qu'il renferme et par le rôle qu'il joue dans l'économie domestique; aussi les principaux genres qui le composent ont-ils été reconnus dès la plus haute antiquité, de sorte que Tournefort et A.-L. de Jussieu, qui les ont adoptés, n'ont fait, pour ainsi dire, que les consacrer scientifiquement. Malheureusement il n'en est pas de même de Linné, qui, réunissant sous une même appellation générique les Pommiers, les Cognassiers, les Sorbiers, les Poiriers, etc., s'est, à mon sens et par ces réductions, complétement éloigné de la vérité. Malheureusement encore, plusieurs botanistes modernes ont adopté la manière de voir de Linné, de sorte qu'en plaçant le Cognassier (*Cydonia*) et les Aubépines (*Cratægus*) sous le nom de *Pirus*, ils ont rendu impossible toute notion distincte de ces plantes, de même qu'en confondant les Sorbiers et les Pommiers, ils s'opposent à ce qu'on puisse établir quelque chose de précis sur la nature de leurs espèces. Il ne suffit pas, en effet, d'imaginer des affinités en combinant théoriquement certains caractères auxquels on attribue *à priori* plus ou moins de valeur,

il convient d'examiner à fond toutes les espèces afin de savoir si, en réalité, elles présentent en commun des caractères importants, et si elles appartiennent par cela même aux genres dans lesquels on les a placées. L'observateur superficiel ou qui se laisse guider par des idées théoriques n'éprouve aucune difficulté à généraliser, parce que le coup d'œil léger dont il effleure la surface des objets ne lui permet pas d'apercevoir les différences et les exceptions. Mais cette uniformité apparente se convertit presque toujours, au contraire, en une prodigieuse variété aux yeux de celui qui observe les objets avec une attention scrupuleuse. Pour en donner un exemple familier, je citerai le Cognassier, dont la nature des éléments corticaux et ligneux, la préfoliation, l'inflorescence, l'estivation, la structure de l'ovaire et du fruit diffèrent essentiellement de celle des Poiriers, parmi lesquels certains botanistes les classent encore.

» Mon principal objet est donc d'appeler aujourd'hui l'attention des botanistes sur certains caractères négligés dans les ouvrages systématiques, et à l'aide desquels ils pourront cependant arriver à circonscrire nettement chacun des anciens genres. La constance et la valeur de ces caractères auront l'avantage que les détails d'organisation propres à chaque groupe générique pourront s'exprimer par des propositions très-générales, ce qui est l'objet essentiel de toute bonne méthode.

» Ma première observation porte sur le caractère tiré de l'estivation qui permet de séparer nettement les *Cydonia* des *Chænomeles* : elle est en effet tordue dans le premier avec des fleurs icosandres, tandis qu'elle est imbriquée dans le second dont les fleurs sont polyandres; et si l'on ajoute à ces caractères d'estivation, considérés jusqu'ici comme de première valeur, ceux tirés de la forme du calyce, de la nature du fruit, du port très-différent des deux arbustes, on reconnaîtra la nécessité de maintenir séparés génériquement les Cognassiers (*Cydonia vulgaris, sinensis*) et le Cognassier du Japon (*Chænomeles*).

»La deuxième observation porte sur la position des ovules relativement à l'axe floral. Les ovules sont collatéraux, ou dorsaux dans les Pomacées, c'est-à-dire que dans le premier cas ils sont perpendiculaires à l'axe avec leur micropyle tourné en dehors, tandis que dans le second ils lui sont parallèles, ou en d'autres termes ils se placent dos à dos avec le micropyle dirigé vers les côtés de la loge. Cette disposition s'observe chez les *Cotoneaster* et le *Raphiolepis*, mais non dans les Poiriers, ainsi que M. Baillon l'a représenté sur le diagramme qu'il en a donné dans son *Histoire des Plantes* (p. 404, *fig.* 459).

» Le Néflier proprement dit (*Mespilus*), ainsi que les Aubépines (*Cratægus*) m'ont présenté un caractère particulier que je n'ai point encore vu signalé. Ce caractère consiste dans la déformation constante de l'un des ovules. L'ovule avorté ou monstrueux prend la forme d'un véritable capuchon pédicellé qui coiffe l'ovule normal en s'appliquant exactement sur la chalaze. Au moyen de ce caractère, toujours très-facile à reconnaître à l'époque de la floraison et même à la maturité du fruit, on pourrra séparer sans hésitation les *Mespilus* et les *Cratægus* des genres auxquels on les a associés.

» Le Buisson ardent (*Pyracantha* Spach.), tour à tour balloté entre les *Cotoneaster*, les *Mespilus* et les *Cratægus*, se distinguera de ces genres par la position des cotylédons *par rapport au raphé*. Dans la grande majorité des Pomacées les cotylédons sont accombants, tandis que dans le *Pyracantha* ils sont incombants. Ce caractère, que je suis loin de donner avec une confiance absolue à cause des objections auxquelles a donné lieu la classification des Crucifères établie d'après ce principe par M. De Candolle, mériterait cependant d'être examiné dans les autres tribus des Rosacées; mais il m'a paru constant dans les plantes qui nous occupent (*Pyracantha vulgaris, crenulata*, etc.), ainsi que chez l'*Eriobotrya japonica*.

» A.-P. De Candolle a adopté la manière de voir de Linné en maintenant les Sorbiers parmi les Poiriers. Le caractère tiré de la vernation des feuilles permet cependant de les distinguer avec la plus grande facilité : les jeunes feuilles des Poiriers sont enroulées par leurs bords, tandis qu'elles sont simplement pliées sur la nervure moyenne, les deux faces appliquées l'une contre l'autre dans le groupe entier des Sorbiers, ainsi que dans l'immense majorité des Rosacées, sans en excepter le Cognassier qui diffère encore des Poiriers par ce caractère particulier de la préfoliation.

» La couleur des anthères n'a pas été employée jusqu'ici pour servir à caractériser les genres; cependant je ferai observer que toutes celles des Poiriers sont toujours de couleur purpurine, tandis que je l'ai constamment trouvée blanche ou jaunâtre dans toutes les fleurs des Pommiers que j'ai examinées. Toutefois les *Cotoneaster* et les Alisiers (*Aria*) font exception à cette règle; chez les premiers, la plupart des espèces à fleurs axillaires et originaires de l'Himalaya (*C. microphylla, thymifolia, buxifolia, etc.*), ont leurs anthères purpurines, tandis que sur les autres espèces à inflorescence disposée en corymbes nous observons des fleurs munies d'étamines à anthères jaunâtres, ce qui semblerait indiquer une origine commune.

» Il sera toujours facile de distinguer un jeune ovaire de Poirier de celui

d'un Pommier par l'examen anatomique de la cupule réceptaculaire. Chez le Pommier elle est toujours formée d'un tissu homogène, dépourvu des élégantes cellules rayonnantes qui accompagnent les grumaux que nous retrouvons sans exception dans les fruits des Poiriers, et avec des modifications caractéristiques dans les Néfliers et les Cognassiers. Sous ce rapport, je puis dire que la pulpe des fruits de chacun des genres des Pomacées présente des différences tellement constantes, que l'examen des éléments anatomiques de cette partie charnue suffit seul pour les caractériser, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre en étudiant comparativement les fruits des Sorbiers, des Cormiers, des Allouchiers, des Alisiers, etc.; dans tous les Alisiers (*Aria*), par exemple, la pulpe est formée d'îlots constitués par de grandes cellules molles disséminées au milieu de petits utricules amylifères, et qui ne se rencontrent dans aucun autre genre. Dans les Cormiers (*Cormus domestica* et *trilobata*), les cinq loges du fruit sont entourées d'une pulpe dans laquelle sont dispersées des cellules scléreuses isolées. En un mot, la disposition des éléments anatomiques de l'*hypanthium*, pour employer le terme scientifique, devra entrer à l'avenir dans la caractéristique des genres du groupe des Pomacées, en s'associant aux facies qui indiquent toujours une parfaite conformité d'organisation générique.

» C'est sans doute par inadvertance et pour ne s'être pas complétement débarrassé des idées admises par les botanistes qui ont réuni les Néfliers aux Poiriers que l'on accorde à la poire, au coing ainsi qu'au Sorbier et au Bibassier « des fruits drupacés à cinq noyaux ». Dans ce dernier l'endocarpe se trouve, au contraire, réduit à une pellicule tellement mince que le fruit pourrait être à la rigueur qualifié baccien plutôt que drupacé.

» La forme des pétales, ainsi que la villosité que présente parfois leur onglet, quoique fort indifférente en apparence, peuvent être également prises en considération quand il s'agira de séparer les *Photinia* des *Eriobotrya*, chez lesquels les pétales sont constamment chiffonnés, crépus et plus ou moins échancrés, tandis qu'ils sont toujours entiers cochléiformes dans les *Photinia;* c'est en effet par erreur que Lindley a représenté son *Photinia dubia* avec des pétales entiers : ils sont manifestement émarginés et crépus comme dans les *Eriobotrya* auxquels cette espèce se rattache encore par la nature particulière du fruit, ainsi que j'ai pu m'en assurer d'après des échantillons authentiques.

» Si les diverses formes des pétales admises par la généralité des auteurs paraissent, aux yeux de quelques botanistes, ne se distinguer que par des caractères trop faibles pour être admis dans les diagnoses génériques, je

crois néanmoins qu'elles se distinguent encore assez pour être employées sans trop de difficultés. On ne peut donc voir aucune utilité pratique à ramener pour ainsi dire à un type unique toutes les fleurs des Pomacées; ainsi l'estivation des fleurs du Cognassier ne rappelle en rien celle des Poiriers, et l'on ne comprend pas comment il soit venu à la pensée d'un botaniste de comparer les fleurs rotacées du *Stranvæsia* dont l'estivation est également tordue, aux fleurs tubuleuses des *Raphiolepis*, chez lesquels les pétales lancéolés sont imbriqués. Je n'admets pas davantage qu'on puisse confondre ces derniers avec ceux des *Eriobotrya* et des *Osteomeles*.

» Sans entrer ici dans d'autres détails, que l'on trouvera consignés dans l'Introduction au *Jardin fruitier du Muséum* et dans le Mémoire que je prépare sur tout le groupe des Pomacées, on voit assez, par ce qui précède, que, loin de réunir en une masse hétérogène la presque totalité des Pomacées, j'apporte, au contraire, à l'appui de leur séparation en genres naturels, des caractères constants et souvent de première valeur. C'est, en effet, à découvrir ces caractères que nous devons tendre de nos jours avant de réunir des genres reconnus par le vulgaire et qu'il ne confondra jamais : tels sont, parmi les Rosacées-Amygdalées, les Amandiers, les Abricotiers, les Pêchers, les Pruniers, les Cerisiers, associés sous une même appellation générique par quelques botanistes modernes, etc. Dans mon opinion, chacun de ces groupes, loin de venir se fondre dans un ensemble commun, ira, au contraire, en divergeant de plus en plus, soit en multipliant le nombre de ses espèces sauvages, soit en augmentant celui de ses races ou de ses sous-espèces cultivées. Plusieurs siècles d'observation ont déjà démontré, en effet, que les Pomacées de nos vergers se divisent en groupes naturels, que le vulgaire désigne par les noms de *Poiriers*, *Pommiers*, *Cognassiers*, *Cormiers*, *Néfliers*, *Sorbiers*, etc.; quel que puisse donc être, dans les temps à venir, le sort que la science réserve à ces désignations, il devient chaque jour plus évident pour moi que ces genres sont aujourd'hui radicalement distincts, et que leur diversité de structure se confirmera de plus en plus par de nouvelles recherches, indiquant leur séparation naturelle en groupes de mieux en mieux définis, en même temps qu'on verra se multiplier leurs formes spécifiques. Réunir encore aujourd'hui en un seul type générique le Pommier, le Poirier, le Cognassier, le Sorbier, le Cormier, le Néflier, etc., ainsi que le faisait Linné, c'est, à mon avis, méconnaître les lois sur lesquelles s'appuie la méthode naturelle. On ne conçoit pas, en effet, comment, après avoir réuni génériquement des plantes qui diffèrent par la nature de leur tissu ligneux, par la vernation

des feuilles, par l'inflorescence, par l'estivation de la corolle, et enfin par la structure du fruit, on n'ait pas été logiquement conduit à faire un genre unique de toutes les Pomacées. Je crois donc que, sans tomber dans des subtilités, on peut caractériser d'une manière précise tous les genres admis par nos devanciers et les tenir séparés. J'ajoute enfin, en terminant, que les questions relatives à la géographie botanique, ainsi qu'à la paléontologie végétale, perdraient en grande partie de leur intérêt, si l'on persistait à conserver les réductions que je viens de citer. Quelle idée peut-on se faire, par exemple, de la distribution du *Pirus*, si l'on confond sous ce nom des plantes des régions polaires, telles que les Sorbiers avec le Cognassier confiné dans la zone tempérée juxtatropicale, et si l'on réunit enfin des plantes particulières au Nouveau Monde avec celles qui sont exclusivement propres à l'ancien.

» En passant en revue, dans un autre Recueil, l'ensemble des Rosacées, je démontrerai que plusieurs genres, qu'on y a récemment associés, doivent en être absolument éloignés, et que les *Stytobasium* et *Lecostemon*, par exemple, sont voisins des Phytolaccées et des Nyctaginées, et non des Rosacées-Chrysobalanées ainsi qu'on l'admet. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur la dissociation cristalline;* *par* **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson.**

« Lorsqu'un sel cristallisé se dissout dans l'eau, il se produit un ensemble très-varié de phénomènes dont les lois n'ont pas encore été données. Cela tient, surtout, à la multiplicité des travaux partiels dont peut se composer le travail total. Si l'on fait dissoudre, par exemple, un cristal de sulfate de soude ($SO^4Na, 10HO$), on peut concevoir un premier travail de désagrégation, *sans fusion*, des molécules qui composent l'édifice cristallin, travail qui varie, sans doute, avec le mode d'association des molécules, et qui est comparable à celui que nécessiterait, dans la démolition d'un édifice ordinaire, la séparation et l'enlèvement des diverses pierres qui le composent. Puis viendrait un second travail, correspondant au phénomène de fusion, probablement d'une nature complexe. En effet, ce dernier phénomène peut être accompagné d'un travail de dissociation des molécules chimiques qui se sont groupées pour constituer chacune des pierres de l'édifice cristallin (1); d'un travail de séparation de l'eau qui se trouve associée au sel

(1) Comme exemple, nous citerons la molécule d'eau dans la glace et dans l'eau liquide;

dans le cristal; ou d'un travail inverse d'association si une certaine proportion d'eau vient s'ajouter au sel anhydre, ou accroît celle que ce sel, déjà hydraté, possédait dans son cristal. On peut aussi se demander jusqu'à quel point l'état solide de l'eau, dans les cristaux, est assimilable à celui de la glace, ou bien s'il ne présente pas des différences notables dont il importerait de tenir compte.

» D'un autre côté, si la question dont nous venons de montrer la complexité est encore si peu avancée, c'est que, jusqu'à présent, l'étude de cette question a été entreprise presque exclusivement à l'aide des procédés de la chimie *pondérale*, lesquels sont insuffisants et, en particulier, ne permettent pas d'évaluer les divers genres de travaux dont se compose le phénomène total. Il doit en être autrement si l'on fait intervenir les principes de la théorie mécanique de la chaleur et les méthodes de la thermochimie. En effet, chacun des travaux élémentaires doit être accompagné d'un dégagement ou d'une absorption de chaleur qui leur sont proportionnels, et, d'après l'énumération qui précède, on comprend déjà comment les corps, en se dissolvant, doivent donner tantôt de la chaleur et tantôt du froid. La chaleur correspondra aux divers travaux d'association; le froid correspondra aux travaux de dissociation, et, suivant que les uns ou les autres l'emporteront, on aura finalement de la chaleur ou du froid.

» Le problème, ainsi abordé avec les méthodes de la thermochimie, présente encore des difficultés sérieuses. En effet, d'après ce qui a été dit plus haut, on est conduit à se demander comment il sera possible de reconnaître, dans le résultat final, la part de chacun des travaux partiels, afin d'étudier le rôle de chacun d'eux et d'en assigner les lois. Dans l'état de la science, la difficulté ne peut pas être résolue directement, et, sur beaucoup de points, nous devrons nous borner, pour le moment, à poser des questions. Cependant la nature des résultats consignés dans cette première Communication et dans celle qui la suivra à un intervalle très-rapproché permet d'espérer que le problème n'est pas insoluble, en même temps que ces résultats donneront une idée de ce qu'on peut obtenir dans cette voie (1).

---

la molécule de soufre dans sa vapeur à 500 degrés et dans sa vapeur à 1000 degrés; la molécule d'un sel double dans son cristal et dans sa dissolution; etc.

(1) Ajoutons encore une remarque générale. En raison de la complexité de ses éléments, le problème de la dissolution des sels peut être comparé à ces problèmes d'analyse algébrique qui renferment un grand nombre d'inconnues, et dont la solution exige un nombre au moins égal d'équations. Au point de vue de l'expérience, cela revient à faire varier les méthodes et les procédés d'observation de manière à obtenir un nombre de relations qui permette

» Notre attention devait se porter de préférence sur les groupes de sels qui offrent certaines analogies et certaines différences; tels sont, par exemple, les sels du genre protosulfate, qui se comportent très-différemment au point de vue de la cristallisation. En effet, ils offrent d'abord des différences au point de vue du système cristallin; ils sont tantôt anhydres et tantôt plus ou moins hydratés; dans ce dernier cas, la proportion d'eau de cristallisation peut s'élever jusqu'à 10 équivalents. En outre, plusieurs d'entre eux sont susceptibles de cristalliser ensemble, par isomorphisme, en se modifiant l'un par l'autre, quant à l'eau qu'ils renferment.

» Ces sels ont donc été soumis à l'expérience, successivement à l'état de cristaux anhydres, ou à l'état de cristaux plus ou moins hydratés, et enfin à l'état de sels partiellement déshydratés. Cette déshydratation s'effectuait, soit par l'action de la chaleur, soit en soumettant les sels à l'action de l'alcool plus ou moins étendu, et réagissant pendant un temps plus ou moins long. Du reste, tous les sels soumis à l'expérience ont été analysés afin de connaître exactement la proportion d'eau qu'ils renfermaient. Nous compléterons plus tard ces premiers résultats en opérant, soit avec d'autres sels, soit avec les mêmes sels pris à des états plus variés d'hydratation. Nous ferons aussi remarquer que certains sulfates, rendus anhydres, ou même incomplétement déshydratés, ne peuvent plus être mis en expérience, parce que leur dissolution s'opère alors avec trop de lenteur; tels sont les sulfates de fer, de nickel, de cobalt; tels sont encore le sulfate d'alumine et les aluns qui feront l'objet d'une prochaine Communication.

» Le tableau I donne les résultats qui se rapportent à des sels anhydres, ou à divers degrés d'hydratation. Le tableau II renferme les résultats fournis par des expériences dans lesquelles on a fait dissoudre des sels cristallisés ensemble par isomorphisme; chacun d'eux prédominant à son tour et imposant à l'autre son degré d'hydratation. Enfin dans le tableau III se trouvent rapprochés les résultats donnés par des expériences dans lesquelles on a fait dissoudre des cristaux appartenant à des sulfates différents, mais renfermant le même nombre d'équivalents d'eau.

---

d'éliminer et de déterminer, tour à tour, les divers éléments de la question. Ainsi, par exemple, nous nous proposons, toutes les fois que cela sera possible, de faire varier la nature du milieu dissolvant, et d'expérimenter en faisant dissoudre les mêmes sels, soit dans l'eau, soit dans l'alcool plus ou moins étendu, comme cela peut se faire pour un grand nombre de chlorures, par exemple. Peut-être arrivera-t-on ainsi à mettre en évidence la portion du travail qui dépend de la nature du milieu dissolvant.

Tableau I.

CORPS.	FORMULES.	ÉQUIVALENTS.	CALORIES.
Sulfate de fer............	$SO^4Fe,7HO$	139,00	— 2182
» zinc............	$SO^4Zn,7HO$	143,75	— 2074
» magnésie.......	$SO^4Mg,7HO$	123,50	— 1860
» nickel..........	$SO^4Ni,7HO$	140,50	— 1944
» cobalt..........	$SO^4CO,7HO$	140,50	— 1680
» cuivre..........	$SO^4Cu,5HO$	125,00	— 1216
» manganèse......	$SO^4Mn,5HO$	120,50	+ 235
» cadmium.......	$SO^4Cd,3HO$	131,00	+ 1531
» sodium.........	$SO^4Na,10HO$	161,00	— 9300
	SO^4Zn,HO	89,75	4812
	$SO^4Zn,3,75HO$	114,50	2205
Sulfate de zinc...........	$SO^4Zn,4,46HO$	120,89	1354
	$SO^4Zn,4,55HO$	121,70	1198
	$SO^4Zn,6,17HO$	136,30	— 397
» magnésie.......	SO^4Mg,HO	69,50	5493
» cuivre..........	SO^4Cu,HO	89,00	4734
» manganèse......	SO^4Mn,HO	84,50	4216
» cadmium.......	SO^4Cd,HO	113,00	3010
Sulfate de magnésie.......	SO^4Mg	60,50	10152
» zinc............	SO^4Zn	80,75	9289
» cuivre..........	SO^4Cu	80,00	8149
» manganèse......	SO^4Mn	75,50	7085
» cadmium.......	SO^4Cd	104,00	5344
» sodium.........	SO^4Na	71,00	354
» potassium... ...	SO^4K	87,00	— 3170
» d'ammonium....	SO^4H^4Az	66,00	— 975

Tableau II.

CORPS.	FORMULES.	ÉQUIVALENTS.	CALORIES.	LES CRISTAUX RENFERMENT
Sulfate de cuivre et sulfate de zinc cristallisés ensemble.				
Sulfate de zinc........	$SO^4Zn,5HO$	125,75	— 1166	23,28 p. 100 de $SO^4Zn,5HO$
Sulfate de cuivre......	$SO^4Cu,7HO$	143,00	— 2060	44,30 p. 100 de $SO^4Cu,7HO$
Sulfate de cuivre et sulfate de magnésie cristallisés ensemble.				
Sulfate de magnésie...	$SO^4Mg,5HO$	105,00	— 1194	10,94 p. 100 de $SO^4Mg,5HO$
Sulfate de cuivre......	$SO^4Cu,7HO$	143,00	— 2130	47,37 p. 100 de $SO^4Cu,7HO$

Tableau III.

Calories dégagées par les sulfates anhydres, ou diversement hydratés.

CORPS.	ANHYDRES.	1 HO.	3 HO.	5 HO.	7 HO.	10 HO.
SO^4Mg........	10152	5493	»	—1194	—1860	»
Zn	9289	4812	»	—1166	—2074	»
Cu	8149	4734	»	—1216	—2130	»
Mn........	7085	4216	»	+ 235	»	»
Fe........	»	»	»	»	—2182	»
Ni.........	»	»	»	»	—1944	»
CO........	»	»	»	»	—1680	»
Cd........	5344	3010	1531	»	»	»
Na.........	354	»	»	»	»	—9300
Amm	— 975	»	»	»	»	»
K.........	—3170	»	»	»	»	»

» On voit, en premier lieu, que les sulfates anhydres étudiés donnent des nombres extrêmement différents, et généralement positifs; mais que, avec le nombre croissant d'équivalents d'eau, les différences tendent à s'effacer. En effet, ces différences sont déjà fort diminuées quand les sels ont pris un premier équivalent d'eau, et, lorsqu'on arrive à des cristaux qui en renferment sept, elles sont comprises entre des limites assez rapprochées; en même temps les nombres sont tous négatifs. Pour les sels à cinq équivalents d'eau, le sulfate de manganèse semble seul faire exception. Il en résulte que la majeure partie du travail, effectué avec dégagement de chaleur pendant la dissolution d'un sel anhydre, ou considéré dans un état d'hydratation inférieur à son état normal, semble se réaliser pendant la formation même du cristal qui renferme la proportion d'eau normale. On peut même ajouter que, au point de vue du travail, le premier équivalent l'emporte de beaucoup sur les autres. Si, par exemple, on passe du sulfate de magnésie anhydre au sulfate de magnésie avec un équivalent d'eau, on a une différence de 4659 calories, tandis que si l'on passe du sulfate de magnésie à 5 équivalents d'eau à celui qui en renferme 7, on a une simple différence de 666 calories, pour deux équivalents d'eau ajoutés. On peut encore en conclure que si l'on fait dissoudre des cristaux qui renferment un grand nombre d'équivalents d'eau, le froid observé correspond presque exclusivement aux travaux qui absorbent de la chaleur (1).

(1) Le tableau III donne encore lieu à une remarque d'un intérêt sérieux. Dans la colonne

» La discussion des expériences précédentes fait encore surgir une autre question : Quel est l'état d'un sel partiellement déshydraté par l'alcool? l'eau qui reste est-elle partagée uniformément entre deux molécules salines, d'hydratations différentes, mais les plus voisines, ou bien les corps mis en expérience sont-ils des mélanges de sels renfermant des nombres très-inégaux d'équivalents d'eau? Supposons, par exemple, qu'on relie entre eux, par une interpolation, les nombres du tableau I, relatifs au sulfate de zinc plus ou moins déshydraté par l'alcool, on trouvera que le nombre de calories, correspondant au sulfate de zinc avec 5 équivalents d'eau, serait sensiblement de 1000 calories; mais, d'un autre côté, le sulfate de zinc avec 5 équivalents d'eau, obtenu directement par la cristallisation avec le sulfate de cuivre en excès, a donné (tableau II) — 1166 calories; il existe donc entre ces deux résultats une différence de 2166 calories. Or, en interpolant les nombres du tableau III, on trouve que le nombre 1000 correspond à 3 équivalents d'eau environ. Faut-il en conclure que, lorsque l'alcool réagit sur un sel hydraté, certaines molécules sont beaucoup plus déshydratées que d'autres? ou bien cette différence si considérable entre les phénomènes thermiques tient-elle à une différence correspondante dans les états cristallins, et par conséquent dans la constitution de la molécule saline et dans son mode d'association avec l'eau? C'est une question sur laquelle nous reviendrons lorsque nous aurons étudié le phénomène ther-

---

des sels anhydres, il s'en trouve dont la dissolution donne de la chaleur et d'autres du froid; les derniers cristallisent à l'état anhydre, tandis que les autres peuvent prendre jusqu'à 10 équivalents d'eau. Il semblerait, d'après cela, que la propriété de certains sels, de cristalliser en prenant de l'eau, serait liée au phénomène thermique, de telle sorte que, si un sel anhydre donne du froid en se dissolvant, ses cristaux seront anhydres, et que s'il donne, au contraire, de la chaleur, ses cristaux renfermeront un nombre plus ou moins considérable d'équivalents d'eau. Cette remarque se trouve en coreconfirmée par ce fait, que presque tous les azotates et un grand nombre de chlorures donnent des cristaux anhydres, et en même temps la dissolution de ces sels est accompagnée d'une production de froid, quelquefois très-intense, comme on le remarque pour les sels qui servent à produire des mélanges réfrigérants.

Le même tableau III permet d'assigner la quantité de chaleur mise en jeu lorsqu'un sel anhydre passe à l'état de cristal hydraté, en partant de son état anhydre. Il est clair, en effet, d'après ce qui précède, qu'il suffira de prendre le nombre donné par ce sel anhydre, lorsqu'il se dissout dans l'eau, et de lui ajouter le nombre qui correspond à la dissolution du sel hydraté, pris avec un signe contraire. Ainsi, par exemple, le sulfate de soude SO^4Na, en s'hydratant pour devenir $SO^4Na, 10HO$, à l'état de cristal, dégage une quantité de chaleur égale à $354 + 9300$ ou 9654 calories.

mique de dissolution du sulfate de zinc avec 5 équivalents d'eau, obtenu directement au sein de l'eau maintenue à une température convenable.

» Les expériences thermiques, relatives aux sels doubles, donnent encore lieu à une autre remarque. On trouve, d'une part, que la chaleur, mise en jeu dans la dissolution de l'un des deux sels, reste sensiblement la même lorsque l'eau contient déjà l'autre sel en dissolution; d'où il résulte que, si l'on fait dissoudre les deux sels dans une quantité d'eau convenable, la quantité totale de chaleur mise en jeu sera la somme des deux quantités de chaleur partielles. D'autre part, lorsque les deux sels ont cristallisé ensemble à l'état de sel double, et qu'on vient à dissoudre ce dernier, on trouve un nombre de calories très-différent de la somme qui vient d'être définie; c'est ce qui résulte nettement du tableau suivant.

Tableau IV.

	CALORIES.	A SOMMES.		B CALORIES.	DIFFÉRENCES entre A et B.
SO^4K	— 3170	— 4386	sel double avec 7 HO	— 7180	2794
$SO^4Cu,5HO$	— 1216				
SO^4H^4Az	— 975	— 2191	sel double avec 7 HO	— 5622	2431
$SO^4Cu,5HO$	— 1216				
ClK	— 4574	— 2251	sel double avec 2 HO	— 3491	1240
ClCu,2HO	+ 2323				

» On voit que les sels doubles donnent, en se dissolvant, un froid qui surpasse de beaucoup la somme des nombres qui se rapportent aux deux sels simples. On est ainsi conduit à constater, dans le cas des sels doubles, un travail supplémentaire de celui qui suffit pour la dissolution des sels simples. L'explication la plus naturelle à donner de cette différence, c'est que, dans le cas où deux sels simples se réunissent pour former un sel double cristallisé, il y a un travail d'association qui doit s'opérer nécessairement avec un dégagement de chaleur, puis, lorsqu'on vient à dissoudre ce sel double ainsi formé, il y a un travail inverse de dissociation qui est caractérisé par le froid. Enfin, dans cette hypothèse, les nombres de la colonne des différences mesureraient précisément le travail mis en jeu pour opérer, soit l'association des deux sels, soit la dissociation du sel double. Cette manière de voir a, du reste, été déjà établie par la précipitation, au moyen du chlorure de baryum, d'une part des sulfates doubles, et, d'autre part,

des sulfates simples qui entrent dans leur composition. (*Comptes rendus*, séance du 18 septembre 1871.)

» Nous signalerons encore un dernier rapprochement, sur lequel nous comptons insister plus tard davantage, et qui paraît de nature à mettre en évidence un élément négligé jusqu'à présent, et dont il convient de tenir compte, lorsqu'on cherche à remonter à la source de la chaleur dégagée pendant la dissolution des sels anhydres; il s'agit d'une relation que l'expérience semble établir entre les quantités de chaleur dégagées et les phénomènes de contraction qui se produisent pendant la dissolutiou des sels, ce qui conduit à tenir compte de l'*espace* dans ce genre de questions.

» Lorsqu'on connaît la densité d d'un sel anhydre, on en déduit immédiatement le volume V occupé par un équivalent p de la substance. Cet équivalent étant dissous, dans un litre d'eau par exemple, il est facile de déterminer l'augmentation v de volume correspondante au sel dissous. La différence $V - v$ représente la contraction effective éprouvée par le sel, par le fait même de la dissolution, et, si l'on prend le rapport $\frac{V-v}{V}$, on aura ce qu'on peut appeler le *coefficient de contraction* par rapport au volume V. Le tableau suivant renferme les valeurs des quantités qui viennent d'être énumérées, et, en outre, dans la colonne c, les nombres de calories correspondants. Les valeurs de d, adoptées pour la densité des sels anhydres, ont été données par M. Filhol; quant aux valeurs de v, qui représentent les accroissements effectifs de volumes produits par les sels mis en dissolution, elles ont été calculées par deux méthodes différentes, dont il sera parlé plus longuement dans un travail spécial que l'un de nous doit publier prochainement.

Tableau V.

SELS anhydres.	p	d	$V=\frac{p}{d}$	v	$V-v$	$\frac{V-v}{V}$	c
SO^4K.....	87gr	2,6	33mmc	21mmc	12mmc	0,36	— 3170
SO^4Na....	71	2,6	27	10	17	0,63	354
SO^4Cu....	80	3,5	22	4	18	0,81	8149
SO^4Zn....	80,75	3,4	23	4	19	0,83	9289
SO^4Mg....	60,50	2,6	23	3	20	0,87	10152

» On voit que les nombres de calories vont en augmentant assez régulièrement, à mesure que la contraction $V - v$, ou que le coefficient de

contraction $\frac{V-v}{V}$ va lui-même en augmentant. On est ainsi conduit à admettre que la chaleur dégagée augmente avec le travail de contraction effectué dans la substance, et en est, au moins en partie, la conséquence immédiate. Cette manière de voir semble encore trouver sa confirmation dans le fait que ce travail de contraction, qui est plus ou moins considérable pour certains sels pris à l'état anhydre, devient presque insensible pour les mêmes sels cristallisés avec une quantité d'eau suffisante. On a vu d'ailleurs que, dans ce cas, le dégagement de chaleur, relatif à la dissolution du sel anhydre, a disparu et est remplacé par du froid.

» En se plaçant à ce point de vue, la chaleur qui accompagne la dissolution des sels, pourrait bien avoir sa source dans un phénomène de l'ordre purement physique, et la fusion de la chimie avec la physique, fusion que les travaux modernes tendent à établir chaque jour davantage, trouverait encore une nouvelle affirmation. »

« **M. Le Verrier** expose que les opérations pour l'observation de l'essaim d'étoiles filantes de novembre ont commencé la nuit dernière. Les résultats ont été très-minimes. Le temps était couvert dans un assez grand nombre de stations, et, là où il faisait beau, on n'a, en général, presque rien aperçu. Quelques stations ont cependant compté de 40 à 60 étoiles, et Brest est allé jusqu'à 105. Le travail va être continué cette nuit et la nuit suivante. Lundi prochain, il sera rendu compte à l'Académie de l'ensemble des résultats. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville** communique une Lettre de M. *Albert Cheux*, d'après laquelle la faible aurore boréale, observée à Paris dans la soirée du 9 novembre, a été aperçue aussi dans les environs d'Angers, entre $7^h 25^m$ et $10^h 15^m$. La lueur n'a offert qu'une teinte blanche; elle a eu deux moments d'assez grande vivacité : à $7^h 30^m$, au nord et à l'ouest; à $8^h 45^m$, à l'est.

» Les dépêches du *Meteorological office* ont signalé, en Angleterre, deux brillantes aurores, pendant les nuits du 9 au 10 et du 10 au 11 novembre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du grand prix des Sciences physiques, à décerner en 1873.

MM. Milne Edwards, Brongniart, Dumas, Cl. Bernard, Chevreul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Decaisne, de Quatrefages, Fremy, Duchartre.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Bordin, à décerner en 1873.

MM. Milne Edwards, Brongniart, Boussingault, Decaisne, Dumas réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages, Chevreul, Pasteur, Cl. Bernard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Résultats des expériences de flexions faites sur des rails en fer et en acier au delà de la limite d'élasticité.* Mémoire de **M. Tresca**, présenté par M. le général Morin. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les lois de la flexion des corps solides, soumis, au milieu de leur longueur, à des charges plus ou moins grandes, sont suffisamment vérifiées par l'expérience jusqu'à la limite de leur élasticité. On sait très-bien aussi que, pour des charges plus considérables, cette élasticité étant altérée, le solide ne revient plus à sa forme primitive, après le déchargement, mais on ne possède encore que des indications assez imparfaites sur l'état dans lequel cette flexion permanente laisse la matière, au point de vue des nouvelles propriétés mécaniques qu'elle a pu acquérir.

» Son coefficient d'élasticité a-t-il varié, et dans quel sens? Les conditions nécessaires pour déterminer la rupture se sont-elles modifiées? Ce sont là autant de questions sur lesquelles les opinions sont diverses, par suite de l'insuffisance des expériences, encore bien qu'en Allemagne notamment on admette pour certain, d'après les expériences de M. Brix, que

le corps ainsi déformé sous une première charge, y peut être soumis de nouveau, sans donner lieu à une nouvelle flexion permanente.

» M. Bresse, dans sa *Mécanique appliquée*, cite une expérience de traction faite dans des conditions analogues par M. Eaton Hodgkinson : elle conduirait à la même conclusion si, comme nous le pensons, les premiers allongements permanents qui y sont signalés par l'observateur anglais peuvent être attribués au déplacement des points d'appui. Cette question nous a paru assez intéressante pour que, profitant de l'opportunité offerte pour certaines expériences qui nous étaient demandées par M. le général Morin sur la résistance comparative des rails en fer et des rails en acier, nous ayons dirigé ces expériences de manière à ne laisser aucun doute sur les différents points qui viennent d'être indiqués.

» Nous avions à notre disposition sept rails distincts, de provenances et de profils différents, trois en fer et quatre en acier. Nous possédions les moyens d'expérimentation nécessaires pour opérer lentement et avec toute la précision désirable, et nous nous sommes proposé de rendre compte dans cette Note des résultats que nous avons obtenus.

» Les rails en expérience étaient placés horizontalement, au-dessous de deux corbeaux saillants en pierre dure, encastrés dans toute l'épaisseur d'un gros mur, et au moyen de notre presse hydraulique, à manomètre préalablement taré par charges directes, nous avons pu déterminer, au milieu de chacun d'eux des efforts aussi grands qu'il pouvait être nécessaire et qui se sont élevés dans certains cas jusque 17000 kilogrammes.

» Un repère tracé au milieu de la poutre était visé par la lunette d'un cathétomètre, et des repères semblables, aux extrémités, par des lunettes destinées à mesurer en même temps les variations de hauteur des points d'appui. Les flèches ainsi mesurées étaient corrigées de toute incertitude à cet égard, et les résultats numériques peuvent dès lors inspirer une complète confiance.

» Le même rail était successivement chargé et déchargé à plusieurs reprises, en opérant lentement et avec toutes les précautions convenables; de nombreuses lectures étaient faites pendant toutes ces opérations, prolongées jusqu'à des charges successivement croissantes, dans chacun des essais, et quelquefois jusqu'à la rupture.

» Les tableaux numériques et les tracés graphiques, qui en sont la traduction, reproduisent dans tous leurs détails les résultats de chaque opération. En représentant sur une même figure toutes les données relatives à un même rail et qui proviennent, pour deux d'entre eux, de sept expé-

riences successives, on reconnaît immédiatement le parallélisme de la partie droite des courbes qui donnent chacune la relation entre les efforts et les flexions, et la partie courbe se redresse à mesure que l'élasticité devient plus parfaite.

» Ces expériences, faites sur des prismes non symétriques par rapport au plan des fibres neutres, avec des portées de 5 mètres et de $2^{m},80$, conduisent, par leur discussion, aux conclusions suivantes :

» Les déterminations qui sont comprises dans ce travail vérifient accessoirement les lois relatives à la flexion des pièces de fer et d'acier, tant sous le rapport de la position de l'axe neutre qu'en ce qui concerne, pour la période d'élasticité, la proportionnalité directe des flèches aux charges et leur proportionnalité inverse au cube de la portée.

» Elles démontrent que pour ces deux métaux, dans leur état industriel, le coefficient d'élasticité est à peu près le même et mesuré par $E = 21 \times 10^{9}$, ainsi d'ailleurs que nous l'avons reconnu précédemment par des expériences spéciales faites en 1857 sur des fers de Suède et les aciers de cémentation fabriqués avec ces fers.

» Mais ce qui distingue surtout les expériences actuelles, c'est qu'elles démontrent que la limite d'élasticité s'éloigne, pour une même barre, à mesure qu'elle est soumise à des actions plus énergiques, se traduisant par des flèches permanentes de plus en plus grandes, et que, par la mise en fonction, plusieurs fois répétée, des ressorts moléculaires, cette limite d'élasticité peut être reculée jusque dans le voisinage de la rupture, sans pour cela que le coefficient d'élasticité ait varié d'une manière très-notable. On observe toutefois un amoindrissement successif du coefficient primitif qui peut aller jusqu'au dixième de la première valeur. La matière telle qu'elle sort des ateliers est dans un état manifeste d'instabilité qui ne disparaît que par l'usage; elle devient plus homogène et plus élastique, mais en même temps un peu plus flexible. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur le Salant; par* **M. E.-P. Bérard.**

(Commissaires : MM. Peligot, Belgrand.)

« On désigne, dans les départements riverains de la Méditerranée, sous le nom de *Salant,* en patois *Salan* (Hérault), *Salobré* (Aude), une légère croûte saline qui se présente sur des terres improductives, recouvertes d'une végétation rare et de nature maritime, sur lesquelles la culture est impuissante ou donne des résultats misérables.

» C'est surtout après les périodes de sécheresse que les terres se recouvrent d'efflorescences : elles semblent ne pas présenter partout la même nature, et l'on pourrait distinguer trois espèces de salants : le *doux*, le *fort* et le *noir*.

» Je me suis d'abord occupé du salant qui se trouve en abondance dans la riche plaine d'Agde (Hérault), dont le sol, formé par les alluvions du fleuve qui déborde périodiquement, offre une couche, homogène au moins jusqu'à 2 ou 3 mètres de profondeur, d'une terre très-finement divisée, que la pluie transforme en boue pâteuse et la sécheresse en une masse très-compacte qu'on ne brise qu'à coups de marteau.

» Les agriculteurs s'accordent à reconnaître : que le salant s'accumule dans les terres pendant les années de longue sécheresse, et qu'il peut, dans certains cas, envahir le sol au point de rendre toute culture impossible ; que le piétinement des hommes ou des bestiaux le fait apparaître en des points où l'on n'en soupçonnait pas l'existence ; que dans certains champs très-fertiles, il se montre par plaques, en général de forme arrondie ; qu'on fait disparaître ces plaques par l'influence d'une bonne culture et surtout par la mobilisation du sol au moyen de balles d'avoine ou autres débris végétaux.

» J'ai lavé à l'eau 100 grammes de terre pris dans un champ fortement salant, dont la culture, à la suite d'essais infructueux, avait été complétement abandonnée.

» Le résidu salin que j'en ai extrait était formé presque en totalité par :

Sulfate de chaux	$0^{gr},176$
Chlorure de sodium	$6^{gr},163$
Sulfate de magnésie	$0^{gr},228$

» La terre du même champ prise à 30 centimètres de profondeur fournissait, en matières solubles, pour 100 parties :

Sulfate de chaux	$0^{gr},051$
Chlorure de sodium	$0^{gr},761$
Sulfate de magnésie	$0^{gr},129$

A la profondeur de 60 centimètres, on trouve encore à peu près la même proportion de sels solubles.

» Le sel commun semble donc être la véritable cause de stérilisation. C'est ce corps qui a la propriété de se condenser ainsi à la surface. On trouve, en effet, dans les régions superficielles du sol, 30 fois plus de chlorure de sodium que de sulfate de magnésie, tandis que, dans les régions pro-

fondes, la quantité du premier sel n'est que 9 fois plus grande que celle du second.

» La pièce de terre très-salée sur laquelle j'ai fait les expériences précédentes n'est séparée que par un fossé d'autres champs très-fertiles, dont le sol, analysé à plusieurs reprises et en des points différents, ne m'a jamais fourni plus de 2 millièmes de substances solubles dans l'eau et de 5 dix-millièmes de sel marin.

» Le sol d'une de ces plaques salées qui se manifestent on ne sait trop pourquoi au milieu de champs très-fertiles, et qui, presque dépourvues de végétation, tranchent brusquement au milieu d'une belle culture, m'a fourni, pour 100 grammes de terre :

Chlorure de sodium....................	$0^{gr},845$
Sulfate de magnésie....................	$0^{gr},300$

» Le terrain immédiatement adjacent ne contenait que deux dix-millièmes de sel.

» J'aurais voulu déterminer la nature des efflorescences qui se produisent dans certains cas dans les terres salées, mais elles sont très-difficiles à recueillir, très-ténues et en petite quantité. J'ai cependant pu m'assurer qu'elles contiennent du chlorure de sodium et du sulfate de chaux, mais que le premier sel y est en quantité dix ou quinze fois plus grande que le second.

» Les agriculteurs du Midi expliquent généralement le phénomène du salant par la présence, dans les profondeurs du sol, de couches de sel ou de terres fortement salées. Voici un essai qui peut fournir quelques indications sur la cause du phénomène.

» Dans deux vases, dont l'un était garni d'un fond percé de trous et dont l'autre portait un fond imperméable, j'ai introduit une couche de terre fortement chargée de sel marin et de sulfate de magnésie. J'ai recouvert cette couche d'une épaissseur de 40 centimètres de terre bien lavée; j'ai arrosé les deux vases d'une quantité égale d'eau et je les ai abandonnés aux chaleurs de l'été.

» A l'automne, j'ai observé à la surface du vase dont le fond était perméable à l'eau et dont la terre avait pu se dessécher, *la présence d'une couche d'efflorescence tout à fait identique à celles qu'on observe dans les terrains salés.* Dans le vase à fond imperméable, rien de pareil; mais, dans l'un comme dans l'autre vase, pour la couche superficielle, la proportion de sel atteignait 5,5 pour 100; celle du composé magnésien 2 pour 100.

» Les sels de magnésie peuvent donc s'élever aussi des profondeurs du sol jusqu'à la surface : s'ils ne se trouvent qu'en si faible dose dans le salant naturel de la plaine d'Agde, on doit admettre que ces substances n'existent qu'en très-faible quantité dans les couches inférieures du sol du pays.

» On voit, d'après ce qui précède, que je n'ai pu observer dans la plaine d'Agde de ces terrains *demi-salés* qui paraissent être favorables à la végétation de certaines plantes. Le *salant* y est considéré par les agriculteurs comme une cause radicale de stérilisation : les bonnes terres ne contiennent qu'une quantité très-faible de sel. Les végétaux que l'on y cultive sont les céréales, la luzerne, la vigne.

» Selon M. Gaston Gauthier, les terrains très-salés des environs de Narbonne ne supportent aussi aucune culture; mais quand le degré de salure diminue ils deviennent fertiles : les blés y viennent assez bien, la betterave, les oignons très-bien. La prairie y réussit généralement; l'orme et le frêne s'y développent, le platane ne peut y prospérer.

» On peut conclure de cette Note que le sel marin est la cause principale du phénomène connu sous le nom de *salant*, qu'il s'accumule surtout à la surface du sol, qu'il paraît s'élever par le jeu des forces capillaires des couches profondes qui en seraient imprégnées; enfin que, les sels qui produisent le salant étant solubles dans l'eau, il suffit de drainer les terrains salés pour les rendre aptes à la culture par le seul jeu des eaux pluviales. »

AÉROSTATION. — *Sur une observation faite par M.* Janssen, *dans son ascension du 2 décembre* 1870. Note de **M. W. de Fonvielle.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

» Entre 8^h5^m et 8^h17^m du matin, M. Janssen a observé des mouvements giratoires intenses, qu'il a attribués à un défaut de symétrie dans la répartition de la charge de la nacelle. Le savant astronome semble indiquer qu'il a remédié à cet inconvénient en rétablissant l'équilibre, car c'est le conseil qu'il donne aux voyageurs aériens gênés par la rotation. Mais le déplacement d'un poids ne peut avoir lieu, comme il l'indique, sans entraîner un mouvement pendulaire du ballon autour du centre de gravité. Il paraît résulter de son récit, que ce mouvement pendulaire a été en effet observé par lui, après l'extinction de la giration.

» J'estime que ce n'est point au rétablissement de l'équilibre, mais à la création d'un mouvement pendulaire qu'est due la destruction du couple de rotation. Ce phénomène, que l'on peut produire à volonté, serait essentiellement analogue à celui du pendule de Foucault, conservant invariable son plan de rotation. Il y aurait là un moyen très-simple de mettre fin à la giration. M. Janssen annonce que le ballon est resté immobile, dès que le mouvement pendulaire se fut éteint.

» L'on peut hâter ce mouvement en se penchant à droite et à gauche, comme lorsqu'on se trouve dans une escarpolette dont on veut arrêter le mouvement. Cette application très-simple de la théorie des couples de rotation me paraît digne d'être signalée. »

M. **Boussinesq** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Théorie des ondes et des remous qui se propagent le long d'un canal rectangulaire horizontal, en communiquant au liquide contenu dans ce canal des vitesses sensiblement pareilles, de la surface au fond ».

(Commissaires : MM. Liouville, de Saint-Venant, Phillips.)

M. **Bossin** adresse l'indication d'un procédé qu'il a employé avec succès pour la destruction du puceron lanigère, et qu'il croit applicable au traitement des vignes attaquées par le *Phylloxera vastatrix*.

Le procédé consiste à pratiquer, après la chute des feuilles, une tranchée circulaire autour de l'arbre infesté par le puceron, assez profondément pour se rapprocher des racines le plus possible; à placer dans cette petite tranchée une couche de charbon de bois pilé, que l'on couvre ensuite de terre; enfin à badigeonner la tige, les branches et les jeunes rameaux avec un mélange de chaux, de guano du Pérou et de soufre en poudre, le tout délayé dans de l'eau.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question du *Phylloxera*.)

M. **Baudet** adresse une Note concernant l'emploi de la naphtaline pour combattre les ravages du *Phylloxera vastatrix*.

L'auteur répand la naphtaline en poudre soit sur les racines malades, que l'on a pris soin de déchausser, soit sur le tronc, les sarments et les feuilles, préalablement humectés avec de l'eau légèrement gommée ou gélatinée.

(Renvoi à la même Commission.)

M. Merville, M. Clarke, M. Lenagan adressent des Notes relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Du mouvement d'un système matériel rapporté à trois axes rectangulaires mobiles autour de leur origine.* Note de **M. H. Resal.**

« Soient :

n, p, q les composantes suivant Ox, Oy, Oz de la rotation de l'ensemble des trois axes;

V la vitesse absolue du point m du système matériel (S), dont les coordonnées sont x, y, z;

OP, OQ les axes des moments des quantités de mouvement des éléments matériels de (S) et des forces extérieures agissant sur le système par rapport au point O;

P_x, Q_x, V_x les projections de OP, OQ, V sur Ox; nous adopterons des notations analogues pour les axes Oy, Oz.

» La vitesse V étant la résultante de la vitesse relative de m par rapport aux trois axes, et de la vitesse d'entraînement, on a

$$(1)\qquad V_x = \frac{dx}{dt} + pz - qy,\quad V_y = \ldots,\quad V_z = \ldots;$$

puis

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} P_x &= \Sigma(yV_z - zV_y) \\ &= \Sigma m\left[\left(y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt}\right) + n(y^2+z^2) - x(py+qz)\right], \\ P_y &= \ldots, \\ P_z &= \ldots. \end{aligned}\right.$$

» On voit que OQ n'est autre chose que la dérivée géométrique, par rapport au temps, de OP, ou la vitesse absolue du point P considéré comme un mobile, et dont la vitesse relative estimée suivant Ox est $\frac{dp_x}{dt}$; de sorte que les équations (1) fournissent les suivantes :

$$(3)\qquad Q_x = \frac{dP_x}{dt} + pP_z - qP_y,\quad Q_y = \ldots,\quad Q_z = \ldots,$$

et en y substituant les valeurs (2) on obtient, pour les équations cherchées,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{dn}{dt}\Sigma m(y^2+z^2)-\frac{dp}{dt}\Sigma mxy-\frac{dq}{dt}\Sigma mxz\\ &\quad +pq\,\Sigma m(y^2-z^2)-np\,\Sigma mxz+nq\,\Sigma mxy+(q^2-p^2)\Sigma myz\\ &\quad +n\frac{d}{dt}\Sigma m(y^2+z^2)-2p\,\Sigma my\frac{dx}{dt}-2q\,\Sigma mz\frac{dx}{dt}\\ &\quad +\frac{d}{dt}\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)=Q_x,\\ &\frac{dp}{dt}\Sigma m(x^2+z^2)-\ldots=Q_y,\\ &\frac{dq}{dt}\Sigma m(x^2+y^2)-\ldots=Q_z. \end{aligned}\right.$$

» L'équation des forces vives ne peut se déduire des précédentes qu'en y joignant celles du mouvement relatif de (S) par rapport aux trois axes; mais il est beaucoup plus simple de l'établir directement.

» En désignant par T le travail des forces extérieures et moléculaires qui agissent sur (S) augmenté d'une constante, on a

$$\Sigma m(V_x^2+V_y^2+V_z)^2=2T$$

ou

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} &n^2\,\Sigma m(y^2+z^2)+p^2\,\Sigma m(x^2+z^2)+q^2\,\Sigma m(x^2+y^2)\\ &\quad -pq\,\Sigma mzy-nq\,\Sigma mxz-np\,\Sigma mxy\\ &\quad +n\,\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)+p\,\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+q\,\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)\\ &\quad +\Sigma m\left(\frac{dx^2}{dt^2}+\frac{dy^2}{dt^2}+\frac{dz^2}{dt^2}\right)=2T. \end{aligned}\right.$$

» Les équations (4) et (5) comprennent comme cas particulier celles qui se rapportent au mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe, en y considérant x, y, z comme indépendantes du temps.

» Dans le cas où (S) se compose d'une partie solide dont Ox, Oy, Oz sont les axes principaux d'inertie, et d'une partie relativement mobile par rapport à ce corps, on retombe sur les équations que j'ai données dans le *Compte rendu* de la séance du 17 juillet dernier, et auxquelles je suis arrivé par un procédé moins simple que celui que je viens d'employer. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des précipités* (suite); *par* **M. Berthelot.**

III. — *Séparation entre l'acide et la base des sels.*

« 1. Non-seulement les hydrates salins, qui existent dans les dissolutions, se transforment par double décomposition en des hydrates précipités, d'un type différent, et parfois même en corps anhydres; mais la destruction progressive du système peut être poussée jusqu'à une séparation totale, ou partielle, entre l'acide et la base du sel précipité; cette séparation est accompagnée, comme la déshydratation, par une absorption de chaleur.

» En général ladite séparation ne représente pas une décomposition simple en acide et base libre, mais le partage du composé normal en deux autres, tels qu'un sel basique et hydraté qui se précipite, et un sel acide qui demeure dissous. La quantité de chacun de ces sels et sa composition dépendent des proportions relatives entre l'acide, la base et l'eau. Il s'agit donc encore de certains équilibres déterminés par la présence de l'eau, précisément comme pour les alcoolates alcalins, les éthers et les sels ammoniacaux. Par exemple, le carbonate de zinc normal qui devrait se produire dans certaines réactions, se partage en un sel acide et en un sel neutre, ce dernier, mélangé ou combiné avec un excès de base, partage semblable à celui du carbonate d'ammoniaque. Seulement le partage des composants du carbonate d'ammoniaque se développe dans une liqueur homogène, et les conditions qui l'ont déterminé le maintiennent, parce qu'elles subsistent indéfiniment. Au contraire le partage initial des composants du carbonate de zinc, déterminé par les conditions premières de la réaction, se modifie presque aussitôt, parce que le précipité une fois isolé et rassemblé ne se trouve plus dans les mêmes conditions qu'au moment de sa formation : il n'agit plus que sur la portion de liqueur avec laquelle il est en contact et il n'agit que par la surface des masses solides formées par l'agrégation des particules séparées d'abord. Au centre de chacune de ces masses, aussi bien que dans la liqueur claire, il peut se développer de nouvelles transformations : les phénomènes thermiques traduisent ces changements successifs.

» 2. *Carbonates de zinc.* — La composition du carbonate de zinc précipité varie suivant les proportions d'eau, de base et d'acide carbonique et la température; sa formation répond à une absorption de chaleur.

» Soit d'abord la réaction normale, à équivalents égaux :

SO^4Zn ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) versé dans CO^3Na ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) absorbe........ — 2.39

1re réaction immédiate : — 2.15; 2e réaction, dix minutes : — 0,24.

SO^4Zn ($1^{équiv} = 2^{lit}$) versé dans CO^3K ($1^{équiv} = 2^{lit}$) absorbe .... — 2,19

1re réaction immédiate (précipité) : — 1,95; 2e réaction, plus lente : — 0,24.

» La dilution accroît surtout la deuxième réaction :

SO^4Zn ($1^{équiv} = 6^{lit}$) versé dans CO^3K ($1^{équiv} = 6^{lit}$)................ — 2,77

1re réaction immédiate : — 2,11; 2e réaction : — 0,66.

» Ces phénomènes thermiques correspondent à la formation d'un hydrocarbonate basique, mêlé de sels doubles, dont la composition varie.

» Dans aucun cas il ne se dégage de gaz, ce qui prouve que la liqueur renferme un sel acide, car elle ne pourrait dissoudre qu'une partie du gaz non combiné dans un carbonate basique, tel que $CO^2\,2ZnO$ ou $3CO^2\,5ZnO$, signalé par les auteurs. Cependant le carbonate neutre de zinc existe dans la nature, et les faits ci-dessus indiquent qu'on doit pouvoir l'obtenir par le concours d'un excès d'acide carbonique. On y réussit, en effet, comme on sait, au moyen des bicarbonates alcalins, et j'ai constaté que la formation du carbonate neutre répond à une moindre absorption de chaleur :

SO^4Zn ($1^{équiv} = 4^{lit}$) versé dans C^2O^4NaOHO ($1^{équiv} = 4^{lit}$) absorbe ... — 0,96

» L'action se fait encore en deux temps : action immédiate avec formation d'un précipité amorphe : — 0,50; le précipité augmente pendant quelques minutes : — 0,46. Alors commence une troisième action, manifestée par une très-faible évolution de gaz et absorption de chaleur :

SO^4Zn ($1^{équiv} = 4^{lit}$) versé dans C^2O^4KOHO ($1^{équiv} = 4^{lit}$) absorbe.... — 0,78

1re action immédiate : — 0,36; 2e action : — 0,42, avant toute effervescence.

» Ces phénomènes thermiques peuvent être traduits comme il suit : il se forme du bicarbonate de zinc, aussitôt décomposé en partie en carbonate neutre, qui se précipite (mélangé avec un sel double), et acide carbonique qui demeure dissous : de là une première absorption de chaleur. La décomposition se poursuit rapidement, à mesure que le précipité se dépose et détruit, par sa séparation, l'équilibre qui tendait d'abord à se produire au sein de la liqueur. On atteint ainsi en quelques minutes un terme qui répond à peu près aux deux tiers d'une réaction totale, limite assignée par l'absence de dégagement du gaz carbonique. Au delà de cette limite, l'action se complète lentement par le dégagement du gaz.

» L'absorption de chaleur observée (— 0,96) est plus faible qu'avec le carbonate neutre de soude (— 2,39), parce qu'elle représente seulement la décomposition du bicarbonate de zinc en carbonate neutre et acide car-

bonique dissous. En l'attribuant à une formation de carbonate neutre, on trouve que $CO^2 + ZnO$ (hydraté) $= CO^3Zn$ dégagerait + 5,5.

» 3. *Carbonates de cuivre.* — J'ai trouvé :

SO^4Cu ($1^{équiv} = 2^{lit}$)	versé dans	CO^3K ($1^{équiv} = 2^{lit}$).....	— 0,87
SO^4Cu (»)	»	CO^3Na (»).....	— 1,06

» Cette absorption de chaleur est immédiate, aussi bien que le précipité ; elle précède l'effervescence qui se développe quelques instants après, avec un nouveau refroidissement. En opérant avec des liqueurs trois fois aussi étendues, il ne se dégage aucun gaz, et on observe deux phases successives : première absorption (— 1,08) égale à la précédente ; puis, deuxième action plus lente (— 0,24), qui traduit une décomposition consécutive et se prolonge, jusqu'à devenir inappréciable au thermomètre.

» La première absorption de chaleur ne surpasse pas celle qui répond au carbonate de magnésie et analogues ; ce fait, joint à l'absence d'un dégagement immédiat d'acide carbonique, semble indiquer que le carbonate de cuivre normal a une existence éphémère, sans doute en partie associé aux carbonates alcalins pour former le sel double décrit par M. H. Sainte-Claire Deville (1). Dans cette hypothèse, $CO^2 + CuO$ (hydraté) $= CO^3Cu$ dégage au plus 2,4, nombre dont la petitesse explique l'instabilité du carbonate de cuivre.

» La réaction des bicarbonates alcalins est conforme à ces inductions :

SO^4Cu ($1^{équiv} = 4^{lit}$)	versé dans	C^2O^4KOHO ($1^{équiv} = 4^{lit}$)....	— 1,31
SO^4Cu (»)	»	C^2O^4NaOHO (»)....	— 1,23

» Cette absorption de chaleur représente l'effet immédiat du mélange et de la précipitation ; elle précède le dégagement du gaz carbonique.

» 4. *Carbonates de sesquioxyde de fer.* — J'ai opéré d'abord avec l'azotate de peroxyde de fer, sel cristallisé. $AzO^6fe + 6HO$. Ce sel, dissous à froid et traité par la potasse à équivalents égaux, dégage + 7,87, quantité qui ne varie pas après huit jours de dissolution. D'où je tire

$AzO^6H + \frac{1}{3}Fe^2O^3$..................................	+ 5,96,
AzO^6fe ($1^{équiv} = 2^{lit}$) versé dans CO^3K ($1^{équiv} = 2^{lit}$).......	— 0,10,

premier effet qui accompagne la précipitation et qui reste le même lorsqu'on mélange les liqueurs dans un ordre inverse. Au bout de quelques

(1) La formation de ces sels doubles donne lieu à des équilibres spéciaux plus compliqués, mais régis par les mêmes lois que celles que je discute ici. Ils sont comparables aux équilibres entre le carbonate d'ammoniaque et les carbonates alcalins.

instants, il est suivi par un dégagement de gaz carbonique et une absorption de chaleur considérable (— 1,29 et plus). Avec des liqueurs trois fois aussi étendues, le dégagement gazeux est prévenu, et l'on trouve une absorption immédiate de — 0,68, indice d'une décomposition plus avancée.

» Le sulfate ferrique a fourni les résultats suivants :

$So^4 fe$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) versé dans CO^3K ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$).... + 1,61 environ;

c'est la réaction immédiate (avec précipitation), laquelle est moins nette que ci-dessus, l'acide carbonique se dégageant dès le premier moment avec un refroidissement qui surpasse bientôt — 0,73. On prévient ce dégagement avec des liqueurs trois fois aussi étendues, ce qui produit + 1,09. Avec une solution équivalente d'alun de fer, sel mieux défini, + 1,27.

» Joignons aux chiffres ci-dessus les données suivantes (1) :

$So^4 fe$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) versé dans KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$)............ + 10,01,

effet qui reste le même, en opérant dans un ordre inverse :

Alun de fer, en proportion équivalente + KO.............. + 9,87.

Donc

$SO^4H + \frac{1}{3}Fe^2O^3$ (hydraté)........................ + 5,71
» (dans l'alun) .... + 5,84
$CO^2 + \frac{1}{3}Fe^2O^3$ dégage.................. + 1,2 à + 2,0,

suivant les conditions de la réaction : ces nombres ne représentent pas la formation d'un carbonate ferrique défini, mais celle de divers systèmes complexes qui renferment un sel basique, un sel acide et de l'acide libre.

» 5. *Alumine.* — $SO^4 al$ versé dans CO^3K ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$). Première action avec précipité : + 0,16; puis dégagement de CO^2 : — 1,05. Avec des solutions trois fois aussi étendues : première action, + 0,00; deuxième action, — 0,42. Il ne se dégage pas de gaz sensible; mais l'apparition de quelques fines bulles indique une séparation à peu près totale entre l'acide et la base. Si la première action avait produit du carbonate d'alumine, la formation de ce sel dégagerait + 5,0, quantité qui aurait dû être absorbée dans la deuxième action, au lieu de — 0,42 : la différence entre ces nombres semble traduire une condensation moléculaire de l'alumine.

» 6. *Chrome.* — Alun de chrome + carbonate alcalin ($1^{\text{équiv}} = 4^{\text{lit}}$). Première action : — 1,45, suivie d'une faible effervescence avec *dégagement de chaleur* + 0,88. Cependant l'évolution du gaz dans une liqueur aussi diluée indique une séparation très-avancée entre l'acide et la base; effervescence et séparation auraient dû produire du froid, au lieu de chaleur. Il y a donc là un changement moléculaire spécial de l'oxyde de chrome, sans doute un *changement comparable à la formation d'un corps polymère.* »

PHYSIQUE. — *Sur la disposition la plus économique des piles voltaïques par rapport à leurs électrodes polaires.* Note de **M. Th. du Moncel.** (Extrait.)

« Il me reste à expliquer les différents effets que j'ai signalés dans mes précédentes Communications. Je commencerai par faire observer que les conclusions que j'ai formulées ne peuvent être généralisées que pour les piles susceptibles d'être polarisées et dont les électrodes polaires plongent dans un même liquide homogène, ayant une même conductibilité électrique dans toute sa masse. Dans les piles à deux liquides, les effets peuvent être diamétralement opposés, suivant la conductibilité relative des deux liquides et l'énergie des effets de la polarisation.

» On peut établir d'une manière générale que, toutes choses égales d'ailleurs, *l'effet le plus préjudiciable de la réduction d'une électrode polaire correspond à celle des deux électrodes qui plonge dans le liquide le moins conducteur,* ce que l'on comprend d'ailleurs aisément quand on examine que les transmissions électriques à travers les corps médiocrement conducteurs exigent des lames de communication d'autant plus grandes qu'ils sont plus mauvais conducteurs. Voici, du reste, des expériences qui ne peuvent laisser aucun doute à cet égard.

» Ayant pris une pile de Daniell dont les électrodes polaires avaient exactement les mêmes dimensions, lesquelles, une fois immergées, fournissaient une surface de transmission de 1 décimètre carré, j'ai pris comme liquide excitateur de l'eau très-légèrement salée avec du sulfate de zinc, et ayant plongé alternativement les électrodes en totalité ou seulement sur une hauteur de 8 millimètres, j'ai obtenu les résultats suivants :

Les deux lames étant entièrement immergées sur une hauteur de 10 centimètres, l'intensité du courant était....................	77	degrés.
La lame de cuivre ne plongeant que de 1 centimètre, on a eu......	38	»
La lame de zinc ne plongeant que de 1 centimètre, »	16	»
Les deux lames ne plongeant que de 1 centimètre, »	10	»

» En acidulant l'eau avec de l'acide sulfurique, ces chiffres sont devenus :

Dans le premier cas..................	70	degrés.
Dans le deuxième cas..............	43	»
Dans le troisième cas................	60	»
Dans le quatrième cas................	45	»

» Avec les courants provenant de l'oxydation des lames métalliques enterrées dans le sol, on remarque des effets analogues. Ainsi, si l'on

enterre à deux stations A et B deux plaques en tôle, d'égale surface, et qu'on les réunisse par un fil isolé, il se produira presque toujours un courant, parce que les terrains sont différemment humides à des distances même très-voisines; mais si, ce courant étant dirigé de A vers B, parce que le terrain sera plus humide en B qu'en A, on vient à arroser le sol autour de la plaque A, le courant prendra une direction diamétralement opposée (1).

» Quand les deux liquides sont également conducteurs, comme cela a lieu dans une pile de Daniell qui a servi assez longtemps pour que le liquide excitateur soit saturé de sulfate de zinc, les effets produits par la réduction alternative des deux lames polaires sont peu marqués, parce que la pile se polarise très-peu; cependant on les retrouve encore assez caractérisés pour les reconnaître, ainsi qu'on l'a vu dans ma première Communication. Avec les piles de Bunsen, ils sont plus ou moins apparents, suivant le degré de concentration de l'acide azotique. Néanmoins, quand le liquide excitateur est acidulé au dixième de son poids, les effets inverses que nous avons signalés précédemment n'existent pas.

» Si l'on considère maintenant que deux lames composées d'un même métal oxydable, plongées dans un même liquide, peuvent donner lieu à un courant électrique durable dirigé de la petite lame à la grande à travers le circuit extérieur, alors que deux lames semblables, de même surface, n'en développent aucun; si l'on considère, d'un autre côté, que dans les transmissions électriques à travers le sol le courant est plus intense et plus constant quand la plus petite des deux plaques de communication est positive (2), on arrive à conclure que les effets les plus préjudiciables, causés par la réduction de la lame électro-négative dans les piles ou électrolyses à un liquide, viennent de ce que les effets de la polarisation sont plus marqués avec de petites lames qu'avec de grandes, ou, ce qui revient au même, de ce que, quand il y a antagonisme entre les polarités des éléments chimiques en contact avec une lame métallique au sein d'un liquide, les résultats de cet antagonisme sont plus vite et plus complétement effectués avec des lames de petite surface qu'avec de grandes lames. Toutefois, si des différences de conductibilité se produisent au sein du liquide dans le voisinage des électrodes, les conclusions précédentes ne sont plus exactes, et *les réactions peuvent varier suivant que les effets de polarisation sont plus ou*

---

(1) *Voir* mon *Mémoire sur la transmission télégraphique à travers le sol* (*Annales télégraphiques*, t. IV, p. 472).

(2) *Idem*, p. 479.

moins prépondérants sur les effets de conductibilité. On peut constater facilement avec un même liquide la vérité de cette déduction, en répétant les expériences que nous avons indiquées précédemment, avec une pile de Daniell chargée avec de l'eau presque pure. Si cette eau est froide, l'intensité du courant avec le zinc soulevé serait représentée par 6 degrés; avec le cuivre soulevé, par 11 degrés, et quand les deux lames plongent ensemble entièrement, par 25 degrés. En substituant à cette eau froide de l'eau bouillante, ces résultats, *au premier moment*, seront renversés; mais à mesure que la chaleur se communiquera à la solution de sulfate de cuivre, on les verra changer successivement et revenir à peu près à ce qu'ils étaient les uns par rapport aux autres quand l'eau était froide, seulement avec des intensités un peu plus grandes, ce qui résulte de la meilleure conductibilité qu'a acquise l'électrolyse en s'échauffant dans toutes ses parties.

» C'est probablement à une action de polarisation analogue à celle dont nous venons de parler que sont dus les effets si différents que présentent, suivant la polarité des rhéophores, les décharges des courants induits de la machine de Ruhmkorff quand elles s'échangent entre des plaques de différentes surfaces. Dans ce cas, le principal élément polarisant doit être les particules métalliques arrachées au rhéophore positif et transportées sur le rhéophore négatif; peut-être aussi les éléments de l'air, d'abord séparés et mis en contact avec les plaques terminales des Rhéophores, puis ensuite combinées ensemble par la décharge au sein d'un milieu aériforme rendu conducteur par la chaleur, pourraient-ils avoir une certaine action. Le dégagement d'ozone et la formation d'acide nitreux auxquels donne lieu la décharge pourraient le faire croire. Quoi qu'il en soit, il se manifeste bien certainement dans les décharges d'électricité statique des effets bien analogues à ceux que nous avons désignés sous le nom de polarisation; car M. Hempel a reconnu qu'au bout de peu d'instants une décharge électrique, dans le voisinage de son maximum de longueur, diminue successivement de tension et même finirait par *s'arrêter* complétement si l'on n'avait pas soin *d'essuyer* les boules de l'excitateur (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Contributions à l'histologie et à la physiologie des nerfs périphériques.* Note de **M. Ranvier**, présentée par M. Claude Bernard.

« L'innervation ne peut se produire sans échange de matières. C'est ainsi que l'activité des nerfs détermine dans leur tissu une réaction acide

(1) *Voir* la Note de M. Hempel, dans les *Mondes*, t. XXII, p. 765.

(Prinke) et amène une élévation de leur température (Schiff). Il est fort probable que ces deux phénomènes exigent une consommation d'oxygène. Si jusqu'à présent l'on n'a pas pour les nerfs comme pour les muscles la preuve directe de cette consommation d'oxygène, il est du moins facile d'établir expérimentalement que le sang oxygéné restitue aux nerfs leur excitabilité, lorsqu'ils l'ont perdue par la mort physiologique. Cette expérience consiste à séparer chez un animal un membre entier, et lorsque les nerfs de ce membre ont perdu leur excitabilité, les muscles étant encore contractés par une excitation directe, de faire passer dans les vaisseaux du sang défibriné et chargé d'oxygène. L'on voit alors les nerfs reprendre leur pouvoir excito-moteur dix ou quinze secondes après le début de la circulation artificielle. La résurection des nerfs, dans ce cas, est due très-probablement à la pénétration de l'oxygène du sang jusqu'à la partie active du nerf, c'est-à-dire jusqu'au cylindre d'axe.

» Quelle est la voie parcourue par le plasma oxygéné du sang pour arriver au cylindre d'axe? Telle est la question que je vais essayer de résoudre par l'analyse histologique.

» La myéline ou moëlle nerveuse des tubes larges des nerfs périphériques cache complétement le cylindre d'axe, et si elle formait une couche continue, comme l'admettent encore les histologistes, elle apporterait aux échanges des matières un obstacle très-considéable. L'imperméabilité de la myéline est démontrée par ce fait, que le carmin en solution ne peut la traverser pour gagner le cylindre d'axe, qui possède cependant une grande affinité pour cette matière colorante.

» Les faits que je vais exposer maintenant et qui constituent la base de cette Communication confirment cette propriété de la myéline et nous donnent, en outre, des renseignements très-précieux sur les phénomènes intimes de la nutrition des nerfs.

» On trouve chez la souris des filaments nerveux thoraciques extrêmement minces et ayant plus de deux centimètres de longueur. Un de ces nerfs, placé dans une solution de nitrate d'argent de $\frac{1}{300}$ pendant une heure, lavé à l'eau distillée et conservé dans la glycérine, montre après l'action de la lumière une disposition remarquable qui n'avait pas jusqu'ici attiré l'attention des histologistes. On aperçoit à l'extérieur du nerf une couche de tissu conjonctif contenant des cellules adipeuses, au-dessous de cette couche un revêtement épithélial continu, formé par des cellules plates larges et polygonales, puis la masse des tissus nerveux. Dans cette masse

au milieu de laquelle on distingue une fibrillation longitudinale correspondant aux tubes nerveux, apparaissent de distance en distance de petites lignes noires, transversales, d'une admirable netteté et disposées comme les barreaux d'une échelle. Pour donner une notion exacte de la distribution de ces lignes, une figure serait ici nécessaire. Un grand nombre de ces petites lignes transversales sont coupées perpendiculairement vers leur milieu par une ligne noire, et la préparation paraît alors couverte de petites croix latines. Cette première observation, faite avec un grossissement de 150 diamètres, est insuffisante; on doit poursuivre l'analyse avec de plus forts grossissements, et l'on arrive à se convaincre que les lignes noires transversales sont placées sur des tubes nerveux, qui, à leur niveau, ont un diamètre moindre que dans les autres parties de leur longueur, et que les lignes longitudinales occupent le centre des tubes nerveux et correspondent aux cylindres d'axes.

» La dissociation de gros nerfs, le sciatique du lapin par exemple, dans une solution de nitrate d'argent à $\frac{1}{300}$, fournit des préparations sur lesquelles on peut reconnaître que la ligne noire transversale correspond à un anneau qui étrangle un tube nerveux et que la ligne longitudinale est formée par le cylindre d'axe, qui s'est imprégné d'argent au niveau de l'anneau et dans une petite portion de son étendue de chaque côté des anneaux, ce qui prouve que la solution d'argent a pénétré dans le tube nerveux en ce point seulement.

» En employant une autre méthode, l'action du picrocarminate d'ammoniaque neutre à $\frac{1}{100}$ sur des tubes nerveux dissociés, on peut observer directement sous le microscope la pénétration de la matière colorante au niveau de l'anneau. Cette pénétration se fait lentement et également des deux côtés de l'anneau. Partout où elle s'est produite, le cylindre d'axe est nettement dessiné : au delà il échappe à l'observation. Cette méthode permet encore de faire une analyse plus exacte de l'anneau lui-même. L'étude de l'étranglement annulaire avec un fort grossissement viendrait démontrer qu'il n'est pas un produit artificiel de préparation, si l'observation faite d'abord sur les nerfs thoraciques de la souris soumis à l'action du nitrate d'argent n'avait pas déjà établi d'une manière incontestable sa réalité physiologique. En effet, à un grossissement de 800 diamètres, l'étranglement du tube nerveux, sur la plupart des points où il existe, paraît déterminé par un anneau étroit, convexe, se confondant avec la membrane de Schwann quand l'objectif est mis au point, brillant quand on éloigne l'objectif, obscur quand on le rapproche, caractères positifs donnés par

Dujardin pour les corps réfringents et convexes. Je désignerai cet anneau sous le nom d'*anneau constricteur des tubes nerveux* (1).

» Les faits que je viens d'exposer me conduisent à admettre que l'anneau constricteur est le lieu de passage des fluides nutritifs pour les tubes nerveux : en effet, écartant de chaque côté la myéline, l'anneau constricteur ne laisse entre l'espace lymphatique ou séreux du nerf et le cylindre d'axe qu'une couche colloïde où la diffusion peut se produire. Je dois légitimer de suite cette expression d'*espace lymphatique ou séreux*.

» J'ai montré plus haut que le tissu conjonctif qui enveloppe le nerf forme une gaîne dont la surface interne est recouverte d'un épithélium continu analogue à celui des séreuses. Ce revêtement épithélial avec son support de tissu conjonctif constitue le feuillet pariétal de la séreuse : voyons maintenant par quoi est formé le feuillet viscéral. Les tubes nerveux étudiés dans le picrocarminate d'ammoniaque présentent de distance en distance des noyaux lenticulaires qui sont placés sur la face externe de la membrane de Schwann et non pas dans son épaisseur ni à sa face interne comme le soutiennent la plupart des histologistes. Ces noyaux sont logés dans des dépressions de la membrane de Schwann, et ils s'en détachent très-facilement. Je pense qu'ils appartiennent à des cellules plates qui jusqu'à présent ont échappé à mon observation.

» Les gros faisceaux nerveux sont divisés en faisceaux secondaires par des travées de tissu conjonctif contenant souvent des vaisseaux de différents ordres et possédant des cellules plates semblables à celles que j'ai déjà décrites dans le tissu conjonctif ordinaire.

» Tous les faits exposés dans cette Note me conduisent à cette conclusion : *les tubes sont plongés dans une cavité séreuse, les fluides nutritifs circulent dans cette cavité et se mettent en rapport avec les cylindres d'axe par la voie colloïde des anneaux constricteurs des tubes nerveux*.

» Les recherches renfermées dans cette Communication ont été faites dans le laboratoire de médecine du Collége de France (2). »

---

(1) L'étranglement annulaire des tubes nerveux n'a pas encore été décrit; cependant les histologistes qui ont publié des dessins des nerfs l'ont souvent figuré sans en parler dans leur texte.

(2) Je me propose, dans un travail plus étendu, de donner des détails sur la striation des cylindres d'axe décrite par Frommann et de revenir sur un certain nombre de faits dont je n'ai pu donner ici qu'une esquisse rapide et bien insuffisante.

ZOOLOGIE. — *Remarques anatomo-zoologiques sur l'*Oncidium celticum, *Cuvier.* Note de **M. L. Vaillant**, présentée par M. Milne Edwards.

« La présence sur les côtes de France du curieux Mollusque gastéropode pulmoné, désigné depuis Cuvier sous le nom d'*Oncidium celticum*, est un fait bien connu; cependant il paraît n'avoir été rencontré que rarement, car, depuis la mention qu'en a faite M. Milne Edwards, en 1828, il n'a, je crois, été indiqué dans aucun catalogue; c'est seulement en Angleterre qu'il a été retrouvé et décrit pour la première fois d'une manière complète. On peut cependant s'étonner qu'un animal aussi intéressant n'ait donné lieu à aucune recherche approfondie, et que les seuls travaux entrepris pour nous faire connaître son organisation anatomique, par Cuvier d'abord (1804), puis par Keferstein, dans ces derniers temps (1868), aient eu pour sujet des individus conservés dans l'alcool. La dimension de ces espèces offrait quelques facilités qui n'existent pas sur celle de nos côtes, dont la taille extrême n'est guère de plus de 3 centimètres; mais tous les anatomistes savent qu'un grand nombre de détails importants ne peuvent être convenablement étudiés que sur l'animal frais. Pour essayer de combler cette lacune, j'ai entrepris une suite de recherches dont je désirerais exposer ici les principaux résultats.

» C'est au mois d'octobre 1870 que j'ai rencontré, par hasard, pour la première fois, l'*Oncidium celticum* sous les murs de la Briantais, vers l'embouchure de la Rance; je n'ai pu le retrouver plus tard pendant les mois d'hiver, et ce fut seulement en mars 1871 que j'en vis reparaître quelques individus; il est donc probable que, comme bon nombre d'autres Gastéropodes pulmonés, cet animal ne sort pas pendant la saison rigoureuse. A partir de cette époque, j'ai éprouvé d'abord certaines difficultés à me le procurer, faute d'avoir étudié avec un soin suffisant les circonstances spéciales dans lesquelles on le rencontre. En effet, ce Mollusque n'habite qu'une zone très-restreinte, qui correspond assez exactement à la partie supérieure de la zone seconde de MM. Audouin et Milne Edwards, caractérisée par la présence du *Fucodium nodosum;* il n'existe pas non plus sur tous les points et paraît rechercher spécialement les endroits couverts de cette vase grisâtre connue sous le nom de *tangue*, et, je crois, là où peuvent se rencontrer des infiltrations d'eau douce; toutefois ce dernier fait, difficile à constater partout, demanderait confirmation. Enfin ces animaux ne sortent pas à tous les moments des fentes dans lesquelles ils habitent; c'est lorsque le niveau dont je viens de parler est découvert depuis à peu près une heure,

qu'ils commencent à se trouver en nombre ; pendant deux heures environ, on les voit ramper çà et là sur la vase; plus tard, ils deviennent rares et disparaissent. Par un temps doux et clair, ils sont plus nombreux; cependant je les ai trouvés également sous la pluie; en cela, ils craignent beaucoup moins l'eau douce qu'un grand nombre d'autres animaux marins.

» Les appareils nerveux et digestifs, bien que présentant des particularités intéressantes, ont été décrits avec assez de soin, au moins en ce qu'ils ont de fondamental, pour que je croie devoir n'en pas parler ici.

» Le système artériel se fait remarquer chez la plupart des individus par son aspect particulier : les vaisseaux qui le composent et leurs ramifications sont d'un blanc d'argent, rappelant, jusqu'à un certain point, les trachées des Insectes; mais ici cet effet est dû à l'accumulation, dans les parois, de granulations réfringentes, graisseuses; cette couleur est plus ou moins marquée et dépend peut-être de la saison ou de l'état de l'individu; je n'ai pu décider cette question. Les troncs principaux sont au nombre de trois : l'un antérieur, névromusculaire; le second moyen, gastro-hépatique; le dernier, génital. Le sang revient au cœur, en grande partie au moins, par des vaisseaux veineux situés dans les parois dorso-latérales, vaisseaux qui débouchent dans deux grands sinus latéraux (veines de Cuvier); ces sinus se rendent eux-mêmes dans les vaisseaux pulmonaires.

» La respiration, comme le démontrent l'anatomie et l'observation, se fait en réalité de deux manières : par la cavité dite *pulmonaire* et par la peau. En premier lieu, les veines dorso-latérales, que je viens de signaler, ramènent évidemment du sang hématosé de la surface cutanée; leur disposition l'indique suffisamment. D'un autre côté, si l'on place dans l'eau de mer, en l'y maintenant, un de ces animaux, contrairement à ce qu'ont avancé plusieurs auteurs, il y vit fort bien, et ne peut cependant alors respirer que par la peau. D'ailleurs, en examinant la manière dont se comporte l'animal dans différentes situations, on voit que, sous l'eau, ses saillies cutanées deviennent plus saillantes, et l'orifice pulmonaire se ferme; à l'air, au contraire, surtout en liberté, par les temps secs et le grand vent, les saillies semblent disparaître, la peau est presque lisse, avec de petites épines espacées, tandis que l'orifice pulmonaire est largement ouvert sous le bord du manteau relevé. Dans les aquariums, les *Oncidium* paraissent indifféremment se tenir dans l'air ou sous l'eau; très-souvent on les voit la partie antérieure plongée, tandis que l'extrémité caudale est émergée et l'orifice pulmonaire ouvert.

» Le pied présente une cavité qui communique avec l'extérieur par un

orifice situé, comme d'ordinaire, en dessous et en arrière de la bouche, près de deux grosses masses musculaires dont l'animal semble se servir en guise de tentacules supplémentaires, et qui sont peut-être les analogues des petits tentacules des Gastéropodes pulmonés quadritentaculés. Il est facile d'injecter par cette cavité les lacunes veineuses, et même, avec les injections très-pénétrantes au carmin ou au bleu de Prusse oxalique, on remplit à la fois le cœur et la plus grande partie du système artériel.

» L'appareil génital, plus simple que chez les espèces étudiées par Cuvier et Keferstein, au moins pour la portion mâle, est construit sur le type ordinaire de celui des Gastéropodes monoïques. L'appareil femelle comprend une glande hermaphrodite avec son canal excréteur pelotonné, un vitellogène (glande de l'albumine des auteurs), une matrice, qui ne peut se distinguer de l'organe précédent que sur le frais, et se continue en un canal auquel il conviendrait de réserver le nom d'*oviducte;* au point où celui-ci doit être désigné comme *vagin* s'insèrent, d'un côté, le canal de la poche copulatrice, de l'autre, une prostate vaginale formée d'un tube assez long, renflé en massue. L'orifice femelle se trouve juste en avant de l'anus. Dans l'appareil mâle, le canal déférent proprement dit se rend directement à côté de l'orifice femelle, et, comme on l'a très-bien observé, se continue dans une gouttière située sur le côté droit du pied, et qui s'étend jusqu'à la partie antérieure, près de la masse musculaire correspondante sous-buccale. Là, cette gouttière aboutit à un orifice conduisant dans un long tube replié sur lui-même, qu'on doit regarder comme un réservoir séminal; ce tube se termine enfin dans un renflement musculaire creux, qui n'est autre chose que le pénis invaginé (gaîne du pénis des auteurs); l'orifice par lequel sort cet organe est situé en avant et contre la terminaison de la gouttière déférente. En résumé, on voit que la liqueur spermatique, après avoir traversé le canal déférent proprement dit, doit suivre la gouttière déférente pour rentrer de nouveau à l'intérieur du corps, dans le réservoir séminal. L'accouplement est réciproque, les deux individus sont placés côte à côte, en sens inverse l'un de l'autre, adhérents par le pied et la partie gauche du manteau, la partie droite étant relevée pour découvrir les orifices génitaux. J'ai pu observer des animaux accouplés dans deux saisons très-différentes, en mars et en octobre.

» En résumé, l'*Oncidium celticum* se rapproche, sans nul doute, des Gastéropodes pulmonés, parmi lesquels il est très-justement placé; toutefois, par sa respiration en grande partie cutanée et la disposition de son appareil reproducteur, il offre certains rapports avec les Opistobranches, auxquels il forme évidemment passage. »

ZOOLOGIE. — *Sur un genre nouveau de Lombriciens* (Eudrilus) *des Antilles.* Note de M. Edm. Perrier, présentée par M. de Quatrefage.

« Dans une caisse de plantes arrivée récemment au Muséum et provenant des Antilles, se trouvaient deux Lombrics que M. Houllet, chef des Serres au Muséum, a bien voulu m'envoyer pour les étudier.

» Ces animaux constituent un terme remarquable et nouveau du groupe des Lombriciens terrestres. Comme chez les Lombrics ordinaires, les soies sont disposées sur quatre rangées symétriques deux à deux; mais, tandis que chez le Lombric ordinaire les soies sont groupées deux par deux, on trouve ici, assez fréquemment, mais non d'une manière constante, 3 ou 4 soies *parfaitement développées* groupées ensemble. Toutefois, ce caractère n'est pas assez constant pour être pris en grande considération. Ce qui est plus digne d'intérêt, c'est la position des orifices génitaux mâles, situés à la face ventrale du deuxième anneau postérieur à la ceinture, comme chez les *Perichœta*, et non pas très en avant de celle-ci, comme chez les Lombrics. C'est une deuxième exception à cette règle énoncée par Claparède, que chez tous les Lombriciens terricoles les orifices génitaux mâles sont situés très-en avant de la ceinture.

» La constitution de l'appareil génital lui-même est très-différente de ce que l'on voit chez les autres types de Lombriciens terrestres. Les testicules sont au nombre de trois paires, et non pas de deux comme chez les *Perichœta* et les Lombrics; ils occupent les huitième, neuvième et dixième anneaux, et sont munis chacun d'un pavillon vibratile, enveloppé dans le tissu du testicule et non pas à peu près libre comme chez les *Perichœta*. Ces pavillons viennent s'aboucher dans un canal déférent, qui dessert les testicules situés d'un même côté du corps, se termine postérieurement en s'enroulant en tire-bouchon et vient s'ouvrir dans une poche particulière qui reçoit aussi le canal excréteur d'une prostate située comme chez les Périchœta, mais fournie par un seul cul de sac, d'aspect nacré dans sa partie postérieure, translucide antérieurement. La poche dans laquelle s'ouvrent les deux canaux n'est autre chose qu'une bourse du pénis; elle contient un corps musculeux, en forme de tube conique, recourbé en crochet, à la base duquel une sorte de vésicule susceptible, comme le pénis lui-même, de saillir au dehors, reçoit les deux éléments qui constituent la semence. C'est là un perfectionnement de l'appareil génital mâle, unique jusqu'ici chez les Lombriciens terrestres, mais qui se trouve déjà indiqué chez les *Perichœta*, où le canal déférent, après sa jonction avec le canal de la prostate, devient très-gras, musculeux et joue évidemment le rôle de pénis.

» Il n'existe, chez le ver des Antilles qui nous occupe, qu'une seule paire de poches copulatrices. Ces organes ont une constitution très-analogue à celle que nous avons indiquée chez les *Perichæta*, dans une précédente Communication; seulement ici la petite glande annexe est directement greffée sur le pédoncule de la poche copulatrice, au point même où aboutit le tube replié, et non pas séparée par la cloison de la partie principale de l'organe. Tout l'appareil est situé dans le douzième anneau, en arrière des testicules et non plus en avant, comme dans les autres Lombriciens. Il y a là une transposition des plus remarquables au point de vue morphologique, et qui conduit à se demander si les poches copulatrices ne seraient pas, comme on le veut pour les canaux déférents, des modifications d'un organe particulier, existant dans tous les anneaux et pouvant se modifier dans chacun d'eux suivant les besoins de l'organisation. Je veux parler des *organes segmentaires;* mais je me borne à poser la question, qui demanderait, pour être résolue, l'examen d'un grand nombre de vers appartenant au type Lombric.

» L'établissement des lois morphologiques qui régissent ce type est d'ailleurs à faire; nous avons entrepris un travail général dans ce but, et nous espérons bientôt réunir assez de matériaux pour avoir quelques chances de succès.

» Parmi les vers qui nous sont déjà parvenus, nous citerons un *Enchytæus* de Cochinchine; il est assez remarquable de voir s'étendre si loin un genre composé d'êtres aussi débiles.

» Il nous reste à décrire maintenant le ver qui fait l'objet de cette Note: son aspect est, en tout, celui du Lombric terrestre; la ceinture occupe les anneaux 13, 14 et 15; les orifices génitaux mâles sont au 17e. La taille du ver est de 15 centimètres environ; ces détails et les particularités citées dans le corps de la Note suffisent pour le distinguer. Nous lui donnerons le nom de *Eudrilus decipiens*, la position des pores génitaux nous l'ayant fait prendre d'abord pour un *Perichæta*. »

M. Maumené adresse, à propos d'une Communication récente de *M. Raoult*, une Note destinée à rappeler qu'il avait déjà signalé, il y a plusieurs années, la possibilité de la transformation lente du sucre de canne en glucose, sans l'intervention des corps réputés comme ferments.

M. E. Godin adresse une Note intitulée « Dissolution, dans les huiles, des composés métalliques et organiques, à l'aide des benzoates ».

Le but que l'auteur s'est proposé est de mettre à la disposition des médecins un certain nombre de combinaisons métalliques, sous une forme plus facilement assimilable, et n'attaquant pas les parois des organes digestifs.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bussy.

M. Mène adresse des « Recherches sur les graisses de quelques animaux domestiques ».

Les conclusions qui terminent cette Note, formée surtout de tableaux numériques, sont les suivantes :

1° Toutes les graisses d'animaux n'ont pas les mêmes points de solidification ou de fusion, ni les mêmes densités;

2° Aux différents âges de leur vie, les mêmes espèces d'animaux n'ont point des graisses semblables quant à leurs points de soldification ou de fusion, ni quant à leurs densités;

3° Avec l'âge, les points de solidification ou de fusion s'élèvent, et les densités augmentent.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bussy.

M. André adresse, de Lodève, une Note relative à diverses questions de Physique générale.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

M. Dupuis adresse une Note relative à un appareil fondé sur les lois d'équilibre des liquides.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1871.

Annales de Chimie et de Physique; mars 1871 ; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; juillet à septembre 1871 ; in-8°.

Annales du Génie civil; octobre 1871 ; in-8°.

Annales industrielles; livr. 28 et 30; 1871; in-4°.

Atti del reale Instituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti; t. XVII, 9e cahier, Milan, 1871; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 8, 15, 22, 29 octobre 1871; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 166, 1871; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; nos 48 à 56, 1871; in-4°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; nos 1, 2, 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; n° du 30 septembre 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; avril à juin 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; juillet 1871; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; 17e année, n° 6, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; t. XXVIII, n° 2, 1871; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 octobre 1871; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 14 au 27 octobre 1871; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° du 1er novembre 1871; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VII, n° 7, 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; t. X, n° 9, 1871; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 14 à 18, 2e semestre 1871; in-4°.

Echo médical et pharmaceutique belge; n° 10, 1871; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 107 à 119, 1871; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 40 à 43, 1871; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* décembre 1870; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 55 à 58, 1871; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 130 à 133, 1871; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; juillet et août 1871; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 19 et 20, 1871; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; août à octobre 1871; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; n° du 31 août 1871; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; juillet 1871; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; août et septembre 1871; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 25 à 29, 1871; in-fol.

L'Abeille médicale; nos 33 à 36, 1871; in-4°.

L'Aéronaute; octobre 1871; in-8°.

L'Art dentaire; septembre 1871; in-8°.

La Santé publique; nos 96 à 99, 1871; in-4°.

Le Gaz; n° 4, 1871; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 19 et 20, 1871; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; nos des 1er et 15 octobre 1871; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; nos 9 à 12, 1871; in-4°.

Les Mondes; nos des 5, 12, 19 et 26 octobre 1871; in-8°.

Le Salut; nos 76 à 104, 1871; in-fol.

Magasin pittoresque; juillet et septembre 1871; in-4°.

Marseille médical; nos des 20 septembre et 20 octobre 1871; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 9, 1871; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; octobre 1871; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; août et septembre 1871; in-8°.

Observatorio... *Publications de l'Observatoire météorologique de l'Infant don Luiz à l'École Polytechnique de Lisbonne;* juin à novembre 1869; in-f°.

Revue Bibliographique universelle; septembre 1871; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 15 à 18, 1871; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; octobre 1871; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° du 15 octobre 1871; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 5 à 7, 1871; in-8°.

Revue maritime et coloniale; septembre 1871; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; octobre 1871; in-8°.

The Mechanic's Magazine; nos des 7, 14, 21 et 28 octobre 1871; in-4°.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 novembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Étude sur les plaies par armes à feu; par M. L. VASLIN. Paris, 1872; grand in-8°, avec planches. (Cet ouvrage, présenté par M. Claude Bernard, est réservé pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

Notice sur la chaleur réelle ou effective considérée comme un mode de la force dans son application à la théorie des machines à vapeur; par M. J. DEBY. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Ballon anermastatique dirigeable, en tôle d'aluminium; par M. MICCIOLLO-PICASSE. Le Puy, 1871; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure pendant l'année 1870, *suivi d'un Rapport sur les maladies qui ont régné en* 1870; *adressé à M. E. Pascal, préfet de la Loire-Inférieure.* Nantes, 1871; br. in-8°.

Lettres supplémentaires aux récentes Provinciales, etc.; par M. F. ALLIOT. Bar-le-Duc, 1871; 1 vol. in-12.

Séance publique de l'Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix, 1870-1871. Aix, 1870-1871; 2 br. in-8°.

Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. 8e liv., *Jura bernois et districts adjacents; par* M. J.-B. GREPPIN. Berne, 1870; in-4°.

Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. 7e liv., *Supplément à la description du Jura vaudois et neuchâtelois* (6e liv.); *par* M. A. JACCARD, Berne, 1872; in-4°.

Carte géologique XXII *de l'Atlas fédéral, avec une feuille de coupes; par* M. GERLACH.

The American Journal of Science and Arts; n° 11, vol. II. New-Hawen, 1871; in-8°.

Quarterly weather Report of the Meteorological office; part. 2, april-june 1870. London, 1871; in-4°.

Contributions to our knowledge of the meteorology of Cape Horn and the west coast of South-America. London, 1871; in-4°.

Local particulars of the transit of Venus over the Sun's disc, december 8, 1874. (From the *Nautical Almanac,* 1874.) London, 1871; br. in-8°.

The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the year 1875, etc. London, 1871; in-8°.

Proceedings of the London Mathematical Society; nos 29 à 39. London, sans date; in-8°.

Sulle azioni elettriche dei corpi non conduttori soggetti all' influenza di un corpo elettrizzato; prima Memoria di RICCARDO FELICI. Firenze, 1871; in-4°.

Vorläufiger bericht über die resultate der Pester volkszählung vom Jahre 1870; *von* J. KÖRÖSI. Pest, 1871; in-8°. (Deux exemplaires.)

Ueber entwickelung und Bau des Gehörlabyrinths nach untersuchungen an säugethieren; von Dr A. BOETCHER. Dresden, 1869; in-4°.

Nieuwe verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam. Rotterdam, 1870; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDROSTÉRÉODYNAMIQUE. — *Sur la mécanique des corps ductiles; par* M. DE SAINT-VENANT.

« Deux Communications importantes, relatives à la branche nouvelle de Mécanique pour laquelle j'ai hasardé le nom d'*hydrostéréodynamique* (ou *plasticodynamique*, si on le préfère), ont été présentées le 6 novembre et insérées à la Correspondance du *Compte rendu* (p. 1098 et 1104) par MM. Maurice Levy et Tresca, en même temps que venait de s'imprimer au *Journal de Mathématiques*, sur le même sujet, un *Complément* à mon Mémoire du 7 mars 1870 et à celui de M. Levy du 19 juin de la même année (*).

» Ce Complément avait pour objet l'établissement des équations *définies* ou aux *limites*, qu'il faut joindre aux équations *indéfinies*, régissant les vi-

---

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 473 et 1323. M. Liouville avait reproduit dans son journal (avec de légères modifications que j'ai indiquées) ces deux articles, ce qui a été l'occasion du *Complément*.

tesses ou la suite continue des déplacements des points des corps ductiles que l'on fait changer de forme d'une manière permanente. Je le terminais par deux applications relatives :

» 1° A la *torsion* d'un cylindre à base de cercle;

» 2° A la flexion *circulaire* d'un prisme à base rectangle; — ces déformations ayant été poussées au delà des limites où l'élasticité de leur matière serait capable, partout, de la ramener à son premier état.

» M. Tresca a considéré aussi un cylindre de rayon R, tordu, par unité de longueur, d'un angle θ mesuré en arc d'un rayon égal à l'unité. Tant que le cylindre est capable de revenir de lui-même au premier état en vertu de son élasticité dont le coefficient de glissement est G, le moment de torsion M est donné en kilogrammes, pour un bras de levier $= 1$, par la formule ordinaire suivante, où I_0 est le moment d'inertie de la section circulaire autour de son centre,

$$M = G\theta I_0 = \pi G\theta \frac{R^4}{2}.$$

» Si toute cette matière est supposée arrivée, jusqu'à l'axe, à l'état plastique, appelé par M. Tresca état *fluide*, on a, dit-il, K étant la résistance au cisaillement par mètre carré,

$$M = \frac{2}{3}\pi K R^3.$$

Ce cas extrême est purement abstrait, car, comme je l'ai observé, il ne se réaliserait que pour un angle de torsion θ infini.

» Enfin, dans l'état où il y a à la fois « élasticité encore parfaite d'une » *zone* » ou d'un noyau central, élasticité déjà altérée d'une zone intermédiaire, et état de *fluidité* ou de plasticité d'une zone allant jusqu'à la surface extérieure, il exprime le moment par

$$M = \frac{2}{3}\pi K R^3 - \frac{K'}{\theta^3},$$

K' étant un autre coefficient, spécial aux cylindres tordus.

» Cette expression est d'accord, quant à la forme, avec la mienne

$$(27) \qquad M = \frac{2}{3}\pi K R^3 - \frac{\pi}{6}\frac{K^4}{G^3\theta^3},$$

construite théoriquement en supposant seulement deux zones au lieu de trois, ce qui revient à répartir la zone intermédiaire entre les deux autres si

elle existe (*). Ces deux formules devraient donner, à bien peu près, le même résultat : car si l'on représente la résistance tangentielle au glissement relatif des sections voisines, partagées en couronnes élémentaires $2\pi r.dr$, de largeur dr, pour l'unité de leur superficie, par les ordonnées y d'une ligne mixte dont les abscisses soient leur rayon r, on aura : 1° pour la partie de cette ligne relative au cylindre central, resté parfaitement élas-

(*) On peut demander de déterminer, théoriquement aussi, de quel angle

$$\theta',$$

nécessairement moindre que θ, le cylindre reviendra sur lui-même lorsque les forces qui l'ont tordu de l'angle θ auront cessé d'agir sur lui. Soit, pour cela,

$$M'$$

le moment, moindre que M, de la réaction élastique qu'il exerce après la torsion, et en sens opposé. La partie centrale, de rayon R_0, qui a conservé son état élastique primitif, et dont les fibres ont éprouvé des inclinaisons θr depuis $r = 0$ jusqu'à $r = R_0$, fournit à ce moment une portion

$$\pi G \theta \frac{R_0^4}{2},$$

provenant des réactions $G\theta r$. Quant à l'autre partie, comprise entre les cylindres de rayons R_0 et R, sa portion élémentaire, qui est contiguë au premier de ces deux cylindres, vient d'eprouver une déformation permanente, donnant à ses molécules un nouvel arrangement stable; elle ne doit pas plus réagir que si l'on ne lui avait fait subir aucune torsion, ou que si ses fibres n'avaient pas l'inclinaison θR_0 sur la section : mais le reste, arrivé avant elle à cet état d'arrangement nouveau servant désormais de point de départ, et dans lequel on suppose que la contexture et la propriété élastique sont les mêmes qu'avant, doit réagir comme si les inclinaisons prises par ses fibres à la distance r de l'axe n'étaient que $\theta r - \theta R_0$.

On peut donc poser

$$M' = \pi G \theta \frac{R_0^4}{2} + \int_{R_0}^{R} G\theta (r - R_0)\, 2\pi r dr.r = 2\pi G\theta \left(\frac{R^4}{4} - \frac{R^3 R_0}{3} + \frac{R_0^4}{3}\right);$$

ou, comme on a $G\theta R_0 = K$ pour la condition de raccordement des deux parties sur la surface $r = R_0$,

$$M' = \pi G \theta \frac{R^4}{2} - \frac{2}{3}\pi K R^3 + \frac{2}{3}\pi \frac{K^4}{G^4 R^4}.$$

En égalant cette expression de M' à $\pi G \theta' \frac{R^4}{4}$, on tire

$$\theta' = \theta - \frac{4}{3}\frac{K}{GR} + \frac{4}{3}\frac{K^4}{G^4 R^4},$$

pour l'angle de détorsion; résultat théorique qui serait à comparer aux faits.

tique, une droite inclinée $y = G\theta.r$, tirée de l'origine; 2° pour la zone extérieure devenue tout à fait plastique, une droite $y = K$ parallèle à l'axe des abscisses r; 3° pour la zone intermédiaire, une courbe qu'avec raison M. Tresca a laissée indéterminée dans les calculs très-rationnels dont il a présenté le résultat général et indéfini, mais qui certainement sera concave du côté des abscisses et se raccordera tangentiellement avec les deux lignes droites dont on vient de parler. Or, que l'on prolonge ces deux droites jusqu'à leur rencontre au-dessus de la courbe, l'aire comprise entre les deux prolongements et la courbe sera toujours fort petite en comparaison de l'aire comprise entre la même courbe et l'axe des abscisses; et l'on pourra dire la même chose pour les aires déterminées par les trois courbes dans lesquelles on les transformerait en multipliant leurs ordonnées par $2\pi r.r$ pour avoir des ordonnées nouvelles proportionnelles aux moments élémentaires dont M se compose. Ce moment de torsion aura donc, avec l'approximation dont on se contente dans les évaluations de ce genre, la même valeur que si l'on remplaçait la courbe représentative des résistances de la zone intermédiaire par ses deux tangentes, prolongement des deux lignes droites relatives au cylindre central élastique et à la zone extérieure plastique. Or, l'expression de cette valeur approchée du moment M sera précisément la formule (27) que nous venons d'emprunter au *Complément* cité, et qui ne contient d'autres coefficients que celui G de résistance élastique et K de résistance plastique.

» Il conviendrait évidemment que ces deux coefficients G, K pussent suffire à toutes les formules, sans avoir besoin, pour chaque ordre de faits, d'y ajouter quelque coefficient particulier comme celui qui est ici désigné par K', ce qui tendrait à réduire à peu près la branche nouvelle de science, à peine créée, à de l'empirisme. Je crois devoir appeler là-dessus toute l'attention et les recherches de M. Tresca, ainsi que celles de M. Levy, dont la remarquable Note du même jour (p. 1098) prouve pour la seconde fois qu'il peut faire progresser cette partie de la Mécanique, et qui, sans doute, dans le travail ultérieur qu'il annonce, sur la mise en œuvre des *conditions à la surface*, saura avoir égard, comme cela m'a paru nécessaire (*), à ce qu'il y a, pour les conditions limites, deux genres de surfaces à considérer, la surface extérieure et une ou plusieurs surfaces intérieures où se fait le *raccordement* des parties obéissant à des lois différentes. »

(*) *Complément*, *etc.* (cité ci-dessus) [*Journal de Mathématiques*, décembre 1871, p. 377].

ASTRONOMIE. — *Note de* **M. Yvon Villarceau** (*Communication d'une Lettre de* M. Gould).

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques extraits d'une Lettre que je viens de recevoir de M. Gould : les astronomes les accueilleront sans doute avec intérêt.

» L'année dernière, peu de temps avant la déclaration de guerre, M. Gould, en se dirigeant vers la République argentine, avait voulu prendre congé de ses amis de France ; il assistait à nos séances du commencement de juillet. Les événements nous ont empêché de recevoir de ses nouvelles jusqu'à ces derniers jours.

» Par une Lettre en date du 30 août 1871, M. Gould m'informe des difficultés et des retards que les événements ont apportés dans l'établissement de son Observatoire à Cordoba : M. Gould avait fait à Hambourg et à Londres l'acquisition d'instruments qui furent embarqués, les uns sur un navire allemand, les autres sur un navire français ; ces navires ne sont arrivés à destination qu'au printemps dernier. D'autre part, la fièvre jaune ayant amené l'interruption des communications entre la capitale de la République et les provinces pendant plusieurs mois, M. Gould n'avait reçu ses instruments que depuis peu de temps, à la date de sa Lettre.

« Vous pouvez, dit M. Gould, vous imaginer le chagrin que j'éprouve en vous confiant que, jusqu'à ce moment-ci, les observations régulières ne sont pas encore commencées ; mais j'espère que ces délais ne dureront pas beaucoup plus longtemps. L'Observatoire est presque fini ; j'ai monté le grand équatorial, et j'espère mettre en position le cercle méridien en peu de semaines. Le 15 octobre, on doit inaugurer ici une exposition nationale de l'industrie, et le Président de la République, qui va venir pour cette fin à Cordoba, inaugurera l'Observatoire national en même temps, avec solennité.

» ... Malgré les obstacles survenus dans l'accomplissement de mon projet principal, je n'ai pas perdu mon temps, et parfois je me flatte de l'avoir employé très-utilement. En attendant l'achèvement de mon installation, je me suis proposé de faire une Uranométrie du ciel méridional, en dressant un catalogue de toutes les étoiles visibles à l'œil nu, dans les nuits les plus claires de cette atmosphère transparente, et de déterminer l'éclat de chaque étoile à un dixième de grandeur près. Mes assistants sont des jeunes gens pénétrés de l'amour de la science, quoiqu'ils n'aient reçu auparavant aucune discipline astronomique : ils se sont consacrés à cette œuvre avec beaucoup d'enthousiasme, de sorte que je crois que l'examen du ciel et l'identification des étoiles seront terminés dans le cours du mois prochain. Ensuite, je me propose de faire une revue systématique, une détermination bien soignée des positions absolues des étoiles et enfin de construire des cartes. L'ouvrage va se publier sous le titre de : *Uranometria Argentina*.

» ... La condition peu satisfaisante des constellations australes me paraît exiger une

révision soignée et quelques réformes; je mettrai tous mes efforts à accomplir ceci d'une manière qui puisse mériter l'approbation des astronomes et l'adoption générale.

» Le ciel de Cordoba possède une transparence merveilleuse quand il n'y a pas de nuages, et je crois pouvoir comprendre dans la nouvelle Uranométrie toutes les étoiles au-dessous de la 6e,6 grandeur, qui sont situées entre le pôle austral et le parallèle de déclinaison boréale de 10 degrés; mais j'ai été bien déçu dans mes espérances, quant au nombre des nuits sans nuages, bien que le ciel ne soit pas plus fréquemment couvert ici qu'en beaucoup d'observatoires européens.

» Naturellement, l'examen rigoureux que nous avons entrepris nous a fait rencontrer quelques étoiles variables. Parmi celles-ci, nous en comptons six nouvelles, assez bien déterminées, et deux ou trois fois autant dont la variabilité paraît probable; mais je préfère continuer ces observations pendant quelque temps, avant de publier les résultats, pour éviter les erreurs qui s'introduisent avec tant de facilité dans les premières déterminations. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse* (suite); *par* M. P.-A. Favre.

« Dans une Communication faite en 1866 (1), j'ai donné des nombres qui me paraissaient être l'expression thermique de l'analyse électrolytique du sulfate d'hydrogène et du sulfate de cuivre, en dissolutions étendues. Ces nombres se sont trouvés entachés d'erreur, parce que je n'avais pas encore songé à employer le thermorhéostat, afin de rendre négligeable la résistance physique du voltamètre, et parce que, accidentellement, j'avais opéré sur du sulfate de cuivre dissous dans la liqueur normale de sulfate d'hydrogène.

» Dans une seconde Communication sur le même sujet faite à l'Académie en 1868 (2), j'ai fait connaître les modifications apportées à la méthode expérimentale, et j'ai donné de nouveaux nombres beaucoup plus exacts et qui ne permettaient plus d'admettre une de mes premières conclusions que j'avais formulées en ces termes :

« En interprétant les résultats fournis par les expériences, nous sommes également conduits à admettre que, pour décomposer le sulfate d'hydrogène, $(SO^4)H$, et le sulfate de cuivre, $(SO^4)Cu$, il faut mettre en jeu une quantité de chaleur à peu près égale..... »

» Les nouvelles recherches dont je fais connaître aujourd'hui les résultats ne font que confirmer les conclusions de mon second Mémoire, en ce qui concerne l'électrolyse du sulfate de cuivre, et permettent d'en formuler de nouvelles.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, séance du 27 août.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVI, séance du 10 février.

(I) *Électrolyse du sulfate de cuivre, du sulfate de zinc et de l'azotate de cuivre.* (La pile et le thermorhéostat occupent l'intérieur du calorimètre hors duquel est placé le voltamètre qui renferme les dissolutions neutres de ces sels.)

	Chaleur empruntée à la pile.
Sulfate de zinc	65510^{cal}
Sulfate de cuivre	39415
Azotate de cuivre	37770

» Je ferai remarquer que, dans l'électrolyse du sulfate de zinc, les deux lames de platine du voltamètre non cloisonné plongeaient dans 2 litres de dissolution normale de ce sel, afin d'éviter une complication dont je vais signaler la nature.

» Lorsqu'on soumet à l'action d'un courant suffisamment énergique du sulfate de zinc placé dans une des éprouvettes du calorimètre qui ne peuvent pas recevoir plus de 120 centimètres cubes environ de liquide, une quantité de plus en plus considérable de sulfate d'hydrogène qui prend naissance pendant l'opération et qui augmente au fur et à mesure que le sulfate de zinc se décompose, s'électrolyse à la place d'une quantité équivalente de ce dernier sel dont la résistance électrolytique est beaucoup plus énergique. D'où il résulte que l'emprunt de chaleur fait à la pile va sans cesse en diminuant et que cet emprunt, au lieu d'être l'expression thermique de l'analyse électrolytique du sulfate de zinc n'est plus que l'expression thermique de l'analyse électrolytique d'un mélange, qui varie sans cesse, de sulfate de zinc et de sulfate d'hydrogène.

» La quantité de sulfate d'hydrogène qui s'électrolyse à la place du sulfate de zinc n'augmente pas seulement avec la quantité croissante du premier sulfate, elle augmente aussi lorsqu'on ralentit l'opération à l'aide d'un thermorhéostat placé dans ce circuit. Dans ce cas, il se produit un phénomène inverse du phénomène du même ordre, sur lequel je vais insister, et qui se produit lorsqu'on opère sur un mélange de sulfate d'hydrogène et de sulfate de cuivre placé dans les mêmes conditions. Il importe donc beaucoup, lorsqu'on veut électrolyser le sulfate de zinc seul dans un voltamètre non cloisonné, dans le cas surtout où l'action est ralentie par un thermorhéostat, d'opérer sur une quantité considérable de liquide dans lequel le sulfate d'hydrogène, au fur et à mesure qu'il prend naissance, peut se diluer assez pour qu'il soit permis de regarder son électrolyse comme négligeable.

» Ainsi que je viens de le dire, l'électrolyse du sulfate de cuivre dans le

voltamètre non cloisonné a lieu dans des conditions de résistance électrolytique inverses des conditions précédentes. En effet, pendant l'électrolyse de ce sel, sa dissolution, neutre d'abord, devient de plus en plus acide, parce qu'il se produit du sulfate d'hydrogène dont la quantité augmente sans cesse avec la quantité de sulfate de cuivre décomposé. Mais, comme la résistance électrolytique du sulfate d'hydrogène est plus forte que celle du sulfate de cuivre mis en expérience, on peut opérer l'électrolyse exclusive de ce dernier sel dans l'éprouvette ordinaire, pourvu qu'on ralentisse sa marche à l'aide d'un thermorhéostat suffisamment puissant. Dans ce cas, le thermorhéostat remplit un double rôle; il rend négligeable la résistance physique du voltamètre, et il s'oppose à l'électrolyse trop rapide du sulfate de cuivre; de telle sorte que ce sel, décomposé lentement à l'électrode négative, a le temps de s'y porter au fur et à mesure qu'il y est détruit et s'y trouve toujours en quantité telle que l'électrolyse du sulfate d'hydrogène ne devient jamais nécessaire.

» Dans mes dernières recherches thermiques sur les mélanges, j'ai signalé des phénomènes qui me semblaient devoir se produire lorsqu'on soumet à l'action d'un courant voltaïque suffisamment énergique une dissolution qui renferme plusieurs sels. J'ai dit que l'existence de ces phénomènes s'imposait à l'esprit comme la conséquence nécessaire de la thermoneutralité des sels et des lois thermiques qui président aux décompositions électrolytiques; et, en annonçant que j'avais entrepris de démontrer expérimentalement l'existence de ces phénomènes, je m'exprimais ainsi : « D'où il résulte que, » dans ces mélanges (*de plusieurs sels dissous dans une quantité d'eau suffi-* » *sante*), une molécule métalloïdique ou métallique ne peut pas être con- » sidérée comme appartenant plus particulièrement à tel métal ou à tel mé- » talloïde; de telle sorte que, lorsqu'on enlève par électrolyse, à l'aide » d'un courant suffisamment énergique, une molécule *quelconque* métal- » loïdique ou métallique, l'état d'équilibre n'est pas rompu parce qu'il » part en même temps à l'électrode opposée une molécule *quelconque* aussi » métallique ou métalloïdique. »

» Les expériences que je vais faire connaître semblent confirmer cette manière de voir, et l'interprétation de leurs résultats permet de se rendre un compte exact de ce qui se passe lorsqu'on soumet à l'action du courant voltaïque une dissolution qui renferme plusieurs sels, du genre sulfate, par exemple, et de comprendre pourquoi, en opérant dans telles ou telles conditions, ce sera tel ou tel métal qui deviendra libre, ou bien tels ou tels métaux qui deviendront libres dans telles ou telles proportions.

» Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

II. *Électrolyse du sulfate de zinc neutre, et d'un mélange de sulfate de zinc et de sulfate d'hydrogène.* (La pile et le thermorhéostat occupent l'intérieur du calorimètre hors duquel est placé le voltamètre.)

	Chaleur empruntée à la pile.
Dissolution neutre de sulfate de zinc placée dans le voltamètre cloisonné...	66246cal
Deux litres de dissolution neutre de sulfate de zinc placé dans le voltamètre non cloisonné..	65510
120 centimètres cubes de dissolution neutre de sulfate de zinc placés dans le voltamètre non cloisonné (1re opération)..........................	61695
Id. (4e opération)..	55555
Mélange de 80 centimètres cubes de dissolution neutre de sulfate de zinc avec 40 centimètres de dissolution de sulfate d'hydrogène placé dans le voltamètre non cloisonné..	50035

III. *Électrolyse du sulfate de cuivre neutre, et d'un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate d'hydrogène.* [La pile et le thermorhéostat occupent l'intérieur du calorimètre hors duquel est placé le voltamètre. — Dans les expériences marquées (*s*), le thermorhéostat était supprimé et les opérations marchaient avec une rapidité beaucoup plus grande.]

	Chaleur empruntée à la pile.
120 centimètres cubes de dissolution neutre de sulfate de cuivre placés dans le voltamètre non cloisonné (1re opération)..........................	39415cal
Id. (4e opération)..	40010
On opère sur la dissolution renouvelée..................................	45488 (*s*)
Mélange de 12 centimètres cubes de dissolution neutre de sulfate de cuivre avec 108 centimètres cubes de dissolution de sulfate d'hydrogène placé dans le voltamètre non cloisonné..................................	40175
On opère sur le mélange renouvelé......................................	51495 (*s*)

IV. La pile et le thermorhéostat sont placés hors du calorimètre qui renferme le voltamètre.

	Chaleur qui reste confinée dans le voltamètre.
120 centimètres cubes de dissolution neutre de sulfate de cuivre placés dans le voltamètre à cloison........................	10693cal
Id. non cloisonné....................................	10794

» Les résultats obtenus dans l'électrolyse du sulfate de cuivre (tableau III), sont donc les mêmes lorsqu'on opère avec des dissolutions qui renferment des qualités même très-fortes de sulfate d'hydrogène, pourvu que le thermorhéostat, en ralentissant suffisamment l'électrolyse du sulfate de cuivre, s'oppose à l'électrolyse du sulfate d'hydrogène, qui ne peut avoir lieu qu'autant que sa quantité, étant relativement assez forte, l'opération marche

avec une certaine rapidité; mais lorsqu'on opère avec une liqueur suffisamment acide et sans thermorhéostat, comme dans la cinquième expérience, le sulfate de cuivre fait immédiatement défaut à l'électrode négative, parce qu'il n'a pas le temps de s'y rendre au fur et à mesure qu'il y est détruit, et une quantité complémentaire de sulfate d'hydrogène, dont l'électrolyse est cependant plus difficile, se décompose à sa place, en faisant à la pile un emprunt de chaleur plus considérable. En outre, l'hydrogène mis en liberté pendant l'électrolyse du sulfate d'hydrogène peut probablement, *en naissant* (1), se substituer en partie au cuivre du sulfate de cuivre, lorsque ce dernier sel est en quantité suffisante, en dégageant une quantité déterminée de chaleur probablement aussi transmissible au circuit.

» L'interprétation des résultats inscrits au tableau II est maintenant bien facile, puisqu'elle ne diffère en rien de l'interprétation des résultats que nous venons de discuter. En effet, les deux premiers nombres peuvent être considérés comme l'expression thermique exacte de l'analyse électrolytique du sulfate de zinc en dissolution, puisque, dans la première expérience, l'électrolyse de ce sel n'a pas pu se compliquer de celle du sulfate d'hydrogène, et que, dans la seconde, l'électrolyse du sulfate d'hydrogène est

---

(1) Je ferai remarquer que je n'emploie plus l'expression d'*état naissant*, depuis que M. H. Sainte-Claire Deville l'a condamnée; mais qu'il me soit permis de maintenir le sens que je lui attachais lorsque, dans des Communications antérieures, j'ai parlé de certaines aptitudes que présentent les corps au moment où ils abandonnent les combinaisons dans lesquelles ils sont engagés. En effet, il me semble difficile de ne pas admettre que les corps, au moment où ils quittent leurs combinaisons, sont susceptibles de réagir comme ils ne réagissent pas dans les conditions ordinaires. Ainsi, dans la pile de Grove, par exemple, où il n'est pas possible d'admettre que le zinc s'oxyde dans le compartiment positif, à l'aide de l'oxygène emprunté à l'acide azotique, puisque cet acide se trouve dans un compartiment différent, l'hydrogène qui se sépare nécessairement du radical SO^4, ainsi que je crois l'avoir démontré dans un travail antérieur, s'oxyde immédiatement à l'électrode négative aux dépens de l'oxygène de l'acide azotique qui est en contact avec elle; tandis que l'hydrogène, pris dans les conditions ordinaires, ne s'oxyde pas plus en présence de l'acide azotique concentré, employé dans le couple de Grove, qu'il ne s'oxyde en présence des acides oxydants qui peuvent remplacer cet acide, tels que les acides azotique fumant, chromique, permanganique, etc. Faut-il admettre que l'hydrogène, en quittant les combinaisons dans lesquelles il est engagé, possède les propriétés actives du phosphore ordinaire et de l'oxygène électrisé, comparés au phosphore amorphe et à l'oxygène ordinaire? Faut-il admettre encore que l'hydrogène peut avoir un contact plus intime avec les corps au moment de sa mise en liberté, alors qu'il n'est ni à l'état liquide, ni à l'état gazeux?

devenue négligeable; mais il n'en est plus de même pour les nombres suivants, qui ont été fournis par des expériences dans lesquelles l'électrolyse du sulfate d'hydrogène qui prend naissance dans le voltamètre, dès la première opération, ou qu'on y a introduit avant l'expérience, s'affirme de plus en plus avec la quantité croissante de ce corps. Aussi le cinquième et dernier nombre se rapproche déjà beaucoup de celui qui est l'expression thermique de l'analyse électrolytique du sulfate d'hydrogène.

» Les phénomènes sont les mêmes lorsqu'on emploie une dissolution qui renferme un plus grand nombre de sulfates. Ainsi, en soumettant à l'action du courant voltaïque une dissolution qui renfermait trois sulfates (les sulfates de *cuivre*, de *cadmium* et de *zinc*), et en opérant dans des conditions différentes, j'ai pu obtenir un seul de ces métaux, ou deux de ces métaux en même temps, ou, enfin, les trois métaux à la fois et en certaines proportions. Les résultats fournis par les expériences varient : 1° avec l'énergie voltaïque de la pile; 2° avec la résistance électrolytique des sulfates employés; 3° avec la quantité relative de chacun de ces sels; 4° enfin avec la marche plus ou moins rapide de l'opération qu'il était facile de gouverner à l'aide d'un rhéostat.

» Je ferai remarquer que ce que je viens de dire pour les dissolutions qui renferment plusieurs sels du même genre s'applique également aux dissolutions qui renferment plusieurs sels de même espèce, ou bien encore plusieurs sels de genre et d'espèce quelconque.

» On peut donc, en faisant varier l'énergie voltaïque, à l'aide de couples plus ou moins nombreux, ainsi que la rapidité de l'électrolyse, à l'aide d'un rhéostat, enlever successivement chacun des métaux qui se trouvent dans une même dissolution, et faire une analyse dans laquelle *l'énergie voltaïque se substitue aux réactifs habituels de la chimie.* »

« **M. Élie de Beaumont** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire tiré à part des deux *Notes sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonnèche,* qu'il a lues dans les séances des 4 juillet 1870 et 18 septembre 1871 (1).

» Il rappelle les termes de la remarque faite par M. Faye, dans la séance du 18 septembre 1871 (2), sur l'intérêt qu'il y aurait à mettre à profit l'ou-

(1) *Comptes rendus,* t. LXXI, p. 8, et t. LXXIII, p. 689.
(2) *Comptes rendus,* t. LXXIII, p. 715.

verture de ce tunnel pour étudier la marche du pendule, en des points convenablement choisis, à l'intérieur et à l'extérieur de la montagne, de manière à mettre en évidence l'attraction de sa masse, et il donne ensuite lecture d'une lettre qui vient de lui être adressée à ce sujet par le P. Secchi »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les expériences du pendule qui vont être entreprises dans le tunnel des Alpes occidentales.* Lettre du **P. Secchi** à M. Élie de Beaumont.

« Turin, ce 9 novembre 1871.

» J'ai l'honneur d'informer l'Académie que la belle idée de M. Faye, d'observer les oscillations du pendule pour déterminer la gravité au tunnel du Fréjus (1), va être mise à exécution.

» M. Diamilla-Müller, le R. P. Denza et moi, nous venons de visiter le tunnel et les localités environnantes, pour formuler un programme détaillé de ces observations, qui auront lieu à la belle saison prochaine. Pour le moment, nous nous sommes déterminés à faire les expériences au milieu du tunnel, où existe déjà une chambre latérale d'une capacité suffisante pour recevoir les instruments et les observateurs, et à les répéter ensuite sur le point de la montagne qui correspond verticalement à cette station, la différence de hauteur étant 1600 mètres. Si les observations ne présentent pas trop de difficultés pour l'installation des stations supérieures, nous pourrons même les répéter à une autre station située au quart de la longueur de la galerie, et au point correspondant sur la montagne.

» Indépendamment de ces observations, on déterminera les éléments magnétiques de la terre et la température de la roche.

» Par des expériences préliminaires, nous nous sommes assurés que le mouvement des trains n'aura aucune influence sérieuse sur la précision des observations. Quant aux recherches magnétiques, nous avons trouvé que l'influence des masses de fer de la galerie n'est pas aussi grande qu'on pouvait le craindre, et que l'on pourra toujours déterminer les corrections d'une manière satisfaisante.

» La température des roches ayant été déjà explorée au moment des travaux, en plusieurs localités, il sera très-intéressant de répéter ces déter-

---

(1) C'est le nom de l'un des cols que présente la partie de la crête des Alpes appelée la *côte traversière*, sous laquelle passe le tunnel qui conduit aujourd'hui de Modane à Bardonnèche.

minations, pour voir quel changement elle a subi dans le voisinage des parois nouvellement mises au contact de l'air, et l'on cherchera à atteindre des profondeurs plus considérables. La température trouvée dans les observations du 8 novembre, vers midi, a été de 21°,8 dans l'intérieur de la salle, et de 19 degrés dans la galerie, malgré un courant d'air très-vif provenant de Bardonnèche, où la neige tombait depuis deux jours. Le passage du train n'a pas modifié ces valeurs.

» Dans ces recherches, nous aurons le bonheur de profiter largement de la bienveillance de la Société des chemins de fer de la haute Italie, et de la Direction des travaux du tunnel, qui jusqu'ici nous ont donné toutes les facilités possibles pour ces recherches préparatoires. Grâce à leur concours, nous pouvons disposer de fils télégraphiques pour l'enregistrement chronographique des observations, et la salle même d'observations sera fournie de moyens de ventilation abondants, au moyen de conduites d'air.

» Pour ce qui regarde les instruments destinés aux observations astronomiques et magnétiques, ils seront fournis par l'Observatoire du Collége Romain; pour le pendule à réversion, nous profiterons de l'offre de MM. Littrow et Plantamour. Les études préparatoires seront faites pendant l'hiver prochain, à Rome.

» Nous recevrons avec reconnaissance toutes les indications que M. Faye, M. Le Verrier et les autres Membres de l'Académie voudront bien nous adresser, dans l'espoir que ces recherches arriveront à rendre de véritables services à la science. »

« **M. le Président**, après avoir remercié M. Élie de Beaumont du don qu'il vient de faire à ses confrères de la nouvelle publication où il a réuni ses importantes études sur la constitution géologique du mont Cenis, émet l'opinion que la Lettre du P. Secchi dont il vient d'être donné lecture doit être renvoyée à une Commission, composée des Sections de Physique et d'Astronomie, qui voudra bien répondre au vœu exprimé dans cette Lettre et indiquer les expériences qu'il serait à désirer de voir entreprendre dans le tunnel ou au sommet de la montagne, rendue désormais accessible à tous les genres d'exploration. »

Après avoir consulté l'Académie, le Président prononce ce renvoi.

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de l'essaim d'étoiles filantes de novembre dans les nuits des 12, 13 et 14 de ce mois.* Note de **M. Le Verrier**.

« Les nombreuses stations établies par les soins de l'Association scientifique ont pu être pourvues de chronomètres, grâce à l'obligeance de notre confrère M. Jurien de la Gravière, directeur du Dépôt de la Marine, et par l'empressement d'habiles horlogers. Tous les chronomètres ont été comparés entre eux au moyen de signaux télégraphiques, M. le directeur général Pierret ayant bien voulu, comme en août, mettre ses lignes à notre disposition pour cette importante opération.

» Les rapports ne nous sont point encore tous parvenus. De ceux que nous avons reçus résultent deux conséquences.

» L'essaim va s'appauvrissant, et la partie traversée est fort irrégulièrement constituée. Dans la nuit du 12, par un temps également beau à Brest et à Toulon, on observait 107 étoiles à Brest, tandis qu'à Toulon on n'en voyait pas une! Le 13, le nombre des météores ne paraît pas s'accroître pour les stations de l'ouest, tandis qu'à l'École Normale de Barcelonnette on en observe 284. Le 14, Barcelonnette observe 544 étoiles. A Alexandrie, Gênes, Volpeglino, Milan, etc., où le ciel se découvre enfin, on observe un nombre considérable de météores. Il semble, dit M. Denza, que le courant météorique est passé dans la nuit du 14 au 15; mais le radiant a peut-être été un peu déplacé.

» Mais le radiant a-t-il été réellement un peu déplacé, comme le dit M. Denza, ou bien n'y a-t-il pas plusieurs radiants? « Dans la nuit du » 12 novembre 1869, disions-nous dans la séance du 7 novembre, la » grande majorité des météores ne venait en aucune façon du Lion, mais » bien plutôt d'une région située plus au nord-ouest. » Or les observations qui viennent d'avoir lieu ont confirmé en 1871 le phénomène observé en 1869. Le 12 novembre dernier, les étoiles paraissaient surtout venir du Cocher, des Gémeaux. Le 13, elles semblaient venir en proportion plus notable du Lion; et le 14 enfin, elles en venaient presque toutes. Ce n'est pas le point radiant qui se déplace de jour en jour, mais il y a plusieurs points radiants qui font successivement sentir leur influence. Les étoiles venant du Cocher, du Taureau sont les premières qu'on rencontre dès le 12 et peut-être auparavant; le 13 on entre dans le courant qui vient du Lion, et le 14 on y est en plein.

» Analysons brièvement les rapports sur lesquels s'appuient ces propositions.

» *M. Delestrac* fait savoir qu'à Nice les observations ont été impossibles.

» *M. Dorna*, directeur de l'Observatoire de Turin, s'était préparé à observer le passage avec MM. Charrier et Rovère. L'état du ciel n'a permis aucune observation.

» *M. Denza* n'a pas été plus favorisé à Moncalieri.

» *M. Wolf*, d'une part, et *M. Tremeschini*, de l'autre, n'ont pu faire qu'un petit nombre d'observations à Paris.

» *M. Zurcher* (Toulon) fait connaître que dans la nuit du 12, par un temps très-beau, on n'a pu faire qu'une seule observation

» *M. Lafon*, à Lyon, a été contrarié par le temps. — Pendant une partie de la nuit du 13 au 14, où le ciel était beau, on n'a vu que 2 Léonides.

» *MM. Martin, Charrault, de Ponton d'Amécourt* et *Follie* ont à peine aperçu quelques étoiles au Mans, même lorsqu'il faisait beau.

» *M. Le Breton*, à Sainte-Honorine-du-Fay, a déterminé 72 étoiles.

» *MM. Courbebaisse* et *Simon*, à Rochefort, ont déterminé en deux nuits 70 étoiles. — M. Courbebaisse estime qu'on n'a inscrit que la septième ou huitième partie des étoiles qui se sont montrées sur l'horizon entier.

» *M. Person* et MM. les fonctionnaires et élèves de l'École Normale de Chartres ont observé 198 étoiles en deux jours.

» *M. Gully*, à Rouen, a eu le concours de MM. Devesly, Lalouette, Letellier, Delamare et Lecointe. M. Coache, horloger, a fourni un chronomètre. 104 étoiles ont été observées en deux nuits.

» *M. l'abbé Souberbielle*, à Laressore, a déterminé 70 étoiles environ, durant les deux premières nuits, et 130 durant la troisième. Il en a paru un bien plus grand nombre.

» *M. Tarry* a observé à Brest, avec le concours de MM. de Bénazé, Clément, Risbec, ingénieurs de la marine; Corrard, enseigne de vaisseau; Roussin, sous-commissaire de la marine; Thiébault, ingénieur des travaux hydrauliques; Papuchon, capitaine du génie; 101 étoiles ont été observées pendant la première nuit, 105 pendant la seconde. Des cartes envoyées par M. Tarry, il semble résulter aussi que, le 12, les étoiles ne venaient pas du Lion.

» *M. Faucheux*, à La Guerche, a réussi a faire quelques observations. Il fait aussi remarquer que, le 12, les étoiles les plus brillantes ne sont pas des Léonides. Sur 17 météores, 4 seulement émanent de cette constellation.

» *M. Crova* signale que les trois nuits ont été belles à Montpellier. Il a été déterminé 220 étoiles.

» *M. Giraud*, directeur de l'École Normale de Barcelonnette, a observé avec le concours de MM. Vernet, Lartigue, Manuel, maîtres adjoints; Lodoyer, professeur, et les treize élèves maîtres de troisième année.

» La nuit du 12 a été couverte.

» Le 13, il a été observé 284 météores.

» Le 14, il en a été observé 544.

» Un fait qui aura été remarqué dans toutes les stations et qui résulte de l'ensemble des observations, c'est que la masse des astéroïdes a pris cette année une direction différente.

» *M. Sansac de Touchimbert*, à Poitiers, a déterminé 43 étoiles. Il constate que, dans la nuit du 12, les météores ne venaient pas du Lion, mais bien du Cocher et des Gémeaux.

» *M. Rayet* s'était rendu de Paris à Valence pour occuper cette station, importante par sa situation au centre de plusieurs autres. — Le 12, pendant une éclaircie de plusieurs heures, à partir de minuit, M. Rayet n'a vu aucune étoile. — Le 13, ciel couvert. — Le 14, il a été observé 90 étoiles. — M. le directeur de l'École Normale et M. le professeur Chaullias ont prêté à M. Rayet leur concours.

» *M. Delaplanche*, directeur de l'École Normale de Saint-Lo, a réalisé 92 observations en deux nuits.

» *M. Lespiault*, de Bordeaux, nous paraît résumer la situation dans la lettre suivante :

« Je vous adresse mon Rapport sur les observations d'étoiles filantes.

» M. Blanc avait mis à ma disposition le chronomètre Parkinson-Frodsham n° 3996. L'administration télégraphique s'est employée avec empressement à faciliter l'échange de nos signaux.

» Les observations se sont faites sur la plate-forme de la tour de l'Académie. Mes collaborateurs étaient : MM. Rodin, professeur à la Société Philomatique; Lalanne et Coquet, licenciés ès-sciences; Lacroix, professeur au lycée; Laurendeau, horloger-mécanicien; Guitard, préparateur à la Faculté.

» Les deux premières nuits ont été très-belles; la troisième, au contraire, est restée presque constamment couverte ou nébuleuse.

» Dans la nuit du 12, les étoiles étaient généralement très-faibles et très-rapides, souvent presque imperceptibles et échappant à des yeux peu exercés. Avec une attention soutenue, de 10 heures du soir à 5 heures du matin, nous en avons aperçu ou entrevu 60 environ, sur lesquelles nous n'avons pu tracer que 44 trajectoires. Dès le soir même, nous avons remarqué que très-peu d'entre elles émanaient des environs du Lion.

» Les étoiles de la nuit suivante étaient généralement plus brillantes et laissaient plus souvent des traînées. Nous avons tracé 41 trajectoires. Il y a encore ici peu de Léonides, mais cependant plus que la veille.

» Enfin les 24 étoiles que nous avons tracées dans les rares éclaircies qu'a laissées la nuit du 14 étaient beaucoup plus brillantes que celles des deux premières nuits. Les trois quarts peuvent être classées parmi les Léonides.

» Dès le 13, le premier coup d'œil jeté sur nos cartes de la veille nous a montré que le point radiant principal était aux environs d'Aldébaran. Les observations de la nuit suivante ont confirmé et précisé ce résultat, conforme aux idées que vous avez présentées à l'Institut dans la séance du 6 novembre. Dans la troisième nuit, le plus grand nombre des rares étoiles que nous avons pu tracer (étoiles en général très-brillantes) appartient aux Léonides.

» Un examen plus attentif nous a permis d'opérer une subdivision plus complète, bien que sommaire. Éliminant d'abord les Léonides, la plus grande partie des étoiles qui restent paraissent émaner des environs d'Aldébaran. Les autres semblent toutes se rattacher à un point radiant voisin de la Chèvre. »

» *M. Alby* écrit de Port-Empédocle (Sicile) :

« J'avais pris les mesures nécessaires pour être à même d'observer avec soin les étoiles filantes du mois de novembre. Malheureusement, le temps n'a presque pas cessé, chaque nuit, d'être à peu près couvert. Dans l'après-midi du 9 de ce mois, nous avons eu, pendant dix minutes, un véritable déluge, accompagné d'un peu de grêle et de rares et faibles coups de tonnerre. On n'a pas souvenir dans le pays d'un pareil orage. Quelques personnes assurent avoir vu en mer, au sud-ouest de cette rade, une trombe à siphon. Dans l'intérieur, à Cianciana notamment, il y a eu une grêle épouvantable, même de la grosseur d'un œuf. »

M. Faye fait, à propos de la Communication de M. Le Verrier, la remarque suivante :

« Nous avons entendu avec le plus vif intérêt l'exposé que M. Le Verrier vient de faire des observations organisées sur toute la surface de la France par l'Association Scientifique en vue d'étudier le phénomène des étoiles filantes de novembre. Jamais on n'avait opéré sur une aussi grande échelle et avec des combinaisons aussi favorables; tout nous fait espérer que les observations françaises, ainsi conduites et combinées avec les observations simultanées faites en Italie, donneront des résultats d'une grande valeur pour la science. J'ai été frappé, pour ma part, d'un fait que ces observations mettent en évidence et sur lequel M. Le Verrier a insisté avec grande raison, à savoir : que les étoiles filantes des premières soirées paraissaient diverger d'un point situé près du Cocher et non du centre de radiation ordinaire des apparitions si célèbres du 12 au 13 novembre, lequel est situé dans le Lion. Il paraît que ces dernières n'ont été vues que plus tard, surtout en Italie, avec leur caractère habituel.

» On peut se demander, comme notre savant Confrère n'a pas manqué

de le faire, si cette grande déviation des étoiles de la mi-novembre ne serait pas due à l'action perturbatrice de la Terre, qui, en passant à d'autres époques en plein dans l'anneau des Léonides, aurait dispersé une partie de ces météores et en aurait notablement modifié l'orbite. Mais il me semble qu'il y aurait aussi à se préoccuper d'une autre alternative que les travaux de M. Heis, à Munster, Gregg et A. Herschel, en Angleterre, peuvent nous suggérer. On sait, en effet, qu'il existe dans le ciel, outre les Perséides et les Léonides, un grand nombre d'essaims assez réguliers, mais bien moins nombreux, d'étoiles filantes dont les points radiants se trouvent disséminés sur presque toute la surface du ciel. Les étoiles signalées cette année comme ne radiant pas avec les Léonides ne rentreraient-elles pas dans cette catégorie? Je trouve, par exemple, dans le Catalogue de M. Heis, les radiants suivants pour la mi-novembre :

	Ascension droite.	Déclinaison.
A..................	= 46°	= + 43°
C..................	15	+ 62
D..................	279	+ 56
R..................	55	+ 16
L..................	153	+ 22 (près de γ du Lion).

» Le radiant L est précisément celui des Léonides; mais quand la grande abondance de celles-ci ne masque pas trop à l'observateur les autres phénomènes de moindre importance, on voit aussi des étoiles émaner des points A, C, D et R qui appartiennent à d'autres essaims : celles-ci persistent même lorsque les Léonides manquent entièrement. Le point signalé aujourd'hui près du Cocher ne diffère pas tellement des radiants A et R qu'on ne puisse comparer et rapprocher ces points l'un de l'autre, surtout en tenant compte de la grande incertitude des positions assignées à quelques-uns de ces points par M. Heis. S'il en était ainsi, l'apparition excentrique de cette année rentrerait dans la catégorie des faits journaliers qui nous présentent simultanément, dans la même nuit, des étoiles émanées de centres différents.

» Ces remarques n'ont d'ailleurs aucunement pour but d'infirmer à l'avance les explications que M. Le Verrier a en vue et dont nous avons pressenti déjà l'intérêt, mais seulement d'indiquer la liaison possible, à la rigueur, du phénomène actuel avec un ordre de faits bien connu des observateurs. »

« **M. Le Verrier** répond à son Confrère que la nécessité d'observer aux

autres époques de l'année n'a point échappé aux savants éminents qui composent le Conseil de l'Association Scientifique de France. Mais il n'était point possible de tout organiser à la fois; la simultanéité, la correspondance des observations sur un grand nombre de points, exige qu'on fasse concourir un grand nombre de volontés, et l'accord ne peut s'établir que progressivement, à mesure qu'on en sent la nécessité.

» Après avoir fondé les observations de novembre, le Conseil de l'Association a établi celles du mois d'août. Aujourd'hui, il se trouve en présence d'une masse compacte d'observations extrêmement nombreuses, communes à plusieurs stations, et dont la discussion fera connaître les orbites effectives et non plus seulement les apparences des orbites. Cette discussion sera à elle seule une œuvre considérable et dont le Conseil a voté l'exécution dans sa dernière séance, tenue le 17 de ce mois. Ainsi que nous l'avons déjà dit, il paraît nécessaire, pour arriver à une entente à l'égard des méthodes de discussion et de leur emploi, de réunir les observateurs dans une Conférence, dont ils ont reconnu la nécessité, et qui aura lieu en décembre, vers Noël. Nous comptons y voir nos excellents associés italiens. Or, dans ces séances, on ne se bornera point à discuter les observations de novembre et d'août, mais l'organisation du travail pour d'autres époques de l'année est inscrite à l'ordre du jour.

» Revenant au point principal des considérations exposées par M. Faye, je lui ferai remarquer que la constatation antérieure d'un point radiant situé dans le Cocher, ne simplifiera rien du tout. Le phénomène étant précisément celui qu'on observe aujourd'hui, et les deux flux se présentant avec une intersection commune, la question restera avec toutes ses difficultés, c'est-à-dire qu'on aura toujours à se demander si les flux sont distincts, ou bien s'ils ont une même origine. C'est ce que j'ai eu soin de faire remarquer dans la séance du 6 novembre.

» Que plusieurs flux, l'un venant du *Lion*, l'autre du *Cocher*, un troisième du *Taureau*, c'est-à-dire émanant de parties complétement différentes des espèces célestes, aient été jetés par des causes indépendantes les unes des autres sur le même point de l'orbite terrestre, et qu'ils y passent dans la même année, cela n'est point impossible; et cependant ces coïncidences multiples sont une raison d'en douter. Il semble, au contraire, que loin de s'étonner de cette multiplicité de courants dus à une cause unique, on doit la considérer comme naturelle.

» Imaginons qu'un flux d'astéroïdes, dévié ou non de sa route primitive par des causes pertubatrices, vienne à se diriger vers un point de l'orbite

terrestre. Si ce flux est assez condensé, si quand il traverse l'écliptique en un point la Terre est ailleurs, il continuera sa route sans déviation. Mais, s'il va en s'allongeant progressivement par suite de la différence de vitesse de ses diverses parties, il lui faudra, à chaque retour, plus de temps pour traverser le plan de l'écliptique, et il finira par y être rejoint par la Terre. A partir de ce moment, les choses marcheront autrement. Toutes celles des particules de l'essaim qui s'approcheront suffisamment de la Terre, sans cependant être jetées dans son atmosphère, seront déviées de leur route par l'attraction de notre globe, enlevées à l'essaim et jetées dans des orbites différentes. En sorte que, par l'action de la Terre, le flux des astéroïdes tend annuellement à se décomposer, et devra finir avec le temps par être disséminé dans toutes les directions. Et cependant les diverses particules reviendront toutes, du moins pendant un certain temps, passer dans les environs du même point de l'orbite de la Terre, d'où une partie d'entre elles pourra être observée de nouveau, mais venant de directions différentes. Cela constituera des météores sporadiques, comme l'on dit.

» Ce que nous énonçons au sujet d'une particule de l'essaim peut avoir eu lieu pour l'ensemble d'une ou plusieurs parties notables de cet essaim, qui auraient été déviées de leur première direction, et qui, revenant à des époques périodiques, constitueraient les météores qui semblent émaner du *Cocher* et du *Taureau*.

» Quand même le passage des essaims du Cocher et du Taureau continuerait après celui du Lion, de même qu'il commence auparavant, cette circonstance ne prouverait rien contre la communauté d'origine.

» Si l'on avait pu croire qu'on se trouverait dispensé, dans les années qui vont suivre, de continuer à observer l'essaim de novembre, ou, pour mieux dire désormais, les essaims de novembre, on se trouve détrompé. Et même il paraîtrait qu'il faudra, l'année prochaine, commencer les observations avant le 12.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1874.

MM. Liouville, Bertrand, Chasles, Serret, Hermite réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Bonnet, Fizeau.

MÉMOIRES LUS.

M. Fua donne lecture d'une nouvelle Note relative aux explosions qui se produisent dans les mines de houille.

L'auteur propose de substituer à la pile de Bunsen, comme source d'électricité, dans le procédé qu'il a déjà soumis au jugement de l'Académie, la machine magnéto-électrique, qui, avec les moteurs puissants dont on dispose dans l'exploitation des mines, pourrait être mise en action sans qu'il en résultât un surcroît de dépense notable.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Du mouvement d'un point soumis à l'action d'une cause périodique et qui éprouve une résistance constante dirigée en sens inverse de la vitesse; par* **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« La marche d'une locomotive, supposée, pour plus de simplicité, libre sur rails, donne lieu, comme on le sait, à un mouvement de lacet dû à l'inertie des pièces à mouvement relatif alternatif.

» Lorsque l'on soumet la question à l'analyse, dans le cas où la machine est animée d'une translation rectiligne et uniforme, on arrive facilement aux équations qui définissent le lacet, en faisant abstraction du frottement de glissement auquel il donne lieu. Mais, si l'on veut faire intervenir cet élément, dont le rôle est important, eu égard au poids considérable de la machine, la question devient très-complexe, et, *à priori,* il est difficile de se rendre compte des effets qui se produisent.

» Dans ce qui suit, je me propose d'étudier ce point litigieux en ne considérant que l'une des causes périodiques qui donnent lieu au lacet, la plus importante, si l'on veut, par rapport à laquelle les autres pourront être considérées comme négligeables.

» Supposons que la machine se trouve sur une voie rectiligne, que s désigne l'angle que fait son plan méridien avec un plan vertical de direction fixe. Comme il s'agit d'un petit mouvement, le lacet sera défini par une équation de la forme

$$A\frac{d^2s}{dt^2} = B\cos(nt + c) \pm \delta,$$

A, B, n, c étant des constantes, de même que δ, qui représente le terme dû au frottement, et que l'on devra prendre avec le signe — ou le signe +, selon que la vitesse sera positive ou négative.

» Si l'on choisit convenablement l'origine du temps, on peut supposer $e = 0$; et, en remplaçant nt par t, s par $s\frac{B}{A}r^2$, $\frac{\delta}{B}$ par γ, l'équation ci-dessus prend la forme simple

$$\frac{d^2s}{dt^2} = \cos t \pm \gamma.$$

» Par la nature de la question, il arrivera un moment où la vitesse sera nulle; si γ était supérieur à l'unité, le mouvement oscillatoire ne pourrait plus se continuer : nous laisserons de côté ce cas, qui n'offre aucun intérêt, et nous poserons $\gamma = \cos\alpha$; d'où

$$\frac{d^2s}{dt^2} = \cos t \pm \cos\alpha.$$

C'est cette équation qui est celle du mouvement d'un point qui parcourrait le chemin s, que j'ai discutée, et qui m'a conduit aux conséquences suivantes :

» 1° Au bout d'un certain temps dépendant des conditions initiales du mouvement, et qui sera d'autant plus long que α différera moins de 90 degrés, le mouvement devient périodique;

» 2° Au-dessous d'une certaine valeur α_1 de α comprise entre 50 et 60 degrés, deux oscillations qui se suivent sont identiques, mais sont séparées par un arrêt constant;

» 3° De α_1 à une autre valeur α_2 de α comprise entre 70 et 80 degrés, on a une série de groupes de deux oscillations consécutives non identiques; deux groupes successifs sont séparés par un arrêt constant;

» 4° Pour $\alpha > \alpha_2$, il se produit une série de déplacements identiques dans le même sens, séparés les uns des autres par des arrêts égaux : cet état ne peut généralement être atteint qu'au bout d'un temps très-long, qui seait infini pour $\alpha = 90°$.

» Ces différents résultats sont en désaccord complet avec le principe suivant, posé *à priori* par Laplace :

» *L'état d'un système de corps dans lequel les conditions initiales du mouvement ont disparu par suite des résistances développées dans le mouvement est périodique comme les forces qui sollicitent le système.*

» La périodicité telle qu'elle est comprise dans cet énoncé ne peut avoir lieu que si les résistances sont des fonctions impaires de la vitesse.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De la vitesse du son dans les tuyaux sonores;* *par* **M. J. Bourget**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Duhamel, Bertrand, Combes, Regnault.)

« Dans une Note présentée le 8 mai dernier à l'Académie, j'ai montré que la résistance de l'air explique complétement les perturbations qu'on observe quand on fait vibrer les membranes élastiques. Cette résistance modifie l'équation différentielle du mouvement par l'addition au premier membre d'un terme proportionnel à la vitesse, et de cette simple modification on peut déduire par le calcul les lois observées.

» J'ai ajouté qu'une analyse semblable s'applique aux tuyaux sonores. Je me propose ici de développer cette assertion et de montrer qu'un changement rationnel apporté à l'équation différentielle conduit aussi très-simplement à l'explication de certaines anomalies observées.

» Dans l'étude habituelle du mouvement vibratoire de l'air, on néglige complétement les forces extérieures qui agiraient sur une molécule en dehors de la force élastique. On ne tient compte ni du frottement contre les parois, ni de la résistance du milieu ambiant au mouvement de la colonne d'air isolée dans le tube et en communication avec lui dans les tuyaux ouverts. Nous allons chercher l'influence de ces forces perturbatrices.

» Ces forces s'annulent lorsque la vitesse de la molécule devient nulle; nous pouvons donc admettre, dans une première approximation, que leur résultante est proportionnelle à la vitesse.

» Cela posé, appelons :

D la densité de l'air à l'état d'équilibre;

h la force élastique mesurée en hauteur de mercure, le mètre étant l'unité de longueur;

γ le rapport $\frac{c}{c'} = 1,41$ des chaleurs spécifiques;

Δ la densité du mercure;

ρ la densité variable de l'air pendant le mouvement;

s la condensation de l'air, c'est-à-dire une fonction telle, que $\rho = D(1+s)$;

φ la fonction dont les composantes u, v, w de la vitesse sont les dérivées;

V la fonction des forces, c'est-à-dire la fonction dont les composantes X, Y, Z de la force extérieure sont les dérivées;

g le nombre 9,8088.

» En nous reportant aux équations connues du mouvement des fluides aériformes (*Mécanique* de M. Duhamel, t. II, p. 290 et 313), nous avons

$$\frac{gh\gamma\Delta}{\mathrm{D}}\,\mathfrak{L}(1+\gamma)=\mathrm{V}-\frac{d\varphi}{dt}-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2+\left(\frac{d\varphi}{dy}\right)^2+\left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2\right]$$

et

$$\frac{d\rho}{dt}+\frac{d(\rho u)}{dx}+\frac{d(\rho v)}{dy}+\frac{d(\rho w)}{dz}=0.$$

» Si nous posons

$$\mathrm{X}=-m^2u=-m^2\frac{d\varphi}{dx},$$

$$\mathrm{Y}=-m^2v=-m^2\frac{d\varphi}{dy},$$

$$\mathrm{Z}=-m^2w=-m^2\frac{d\varphi}{dz},$$

nous aurons aussi

$$\mathrm{V}=m^2\varphi,$$

m^2 étant une constante positive. De là nous déduisons

$$(1)\qquad \frac{d^2\varphi}{dt^2}+m^2\frac{d\varphi}{dt}=a^2\left[\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{d^2\varphi}{dy^2}+\frac{d^2\varphi}{dz^2}\right]$$

pour l'équation du mouvement vibratoire. La condensation est donnée par la formule

$$(2)\qquad s=-\frac{1}{a^2}\left[m^2\varphi+\frac{d\varphi}{dt}\right],$$

et l'on a

$$(3)\qquad a^2=\frac{gh\gamma\Delta}{\mathrm{D}}.$$

» Si maintenant nous appliquons l'équation générale (1) à l'étude du mouvement vibratoire de l'air renfermé dans un tuyau ouvert de longueur l et de section faible, nous trouvons que le mouvement le plus général se compose de mouvements simples donnés par les formules

$$(4)\qquad \varphi=e^{-\frac{m^2t}{2}}\left(\mathrm{A}\sin\frac{pt}{2}+\mathrm{B}\cos\frac{pt}{2}\right)\sin\frac{i\pi x}{l},$$

$$(5)\qquad p^2=\frac{4a^2i^2\pi^2}{l^2}-m^4,$$

$$(6)\qquad u=\frac{i\pi}{l}e^{-\frac{m^2t}{2}}\left(\mathrm{A}\sin\frac{pt}{2}+\mathrm{B}\cos\frac{pt}{2}\right)\cos\frac{i\pi x}{l},$$

$$(7)\qquad -a^2s=\frac{m^2}{2}\varphi+\frac{p}{2}e^{-\frac{m^2t}{2}}\left(\mathrm{A}\cos\frac{pt}{2}\,\mathrm{B}\sin\frac{pt}{2}\right)\sin\frac{i\pi x}{t}.$$

» Nous déduisons de ces formules (6) et (7) que le mouvement est périodique, mais que l'amplitude du mouvement décroît à chaque instant, à cause du coefficient d'extinction m^2. Ce coefficient d'extinction n'entre pas dans les formules ordinaires, et l'on voit déjà que les nouvelles se rapprocheraient, par cette circonstance, du mouvement vibratoire réel, plus que celles dont on fait usage, quand bien même la correction proposée ne serait qu'empirique.

» Le temps $\mathfrak{T}$ d'une vibration est donné par $\mathfrak{T} = \frac{4\pi}{p}$, donc le nombre $\mathfrak{N}_i$ des vibrations complètes est :

(8) $$\mathfrak{N}_i = \frac{p}{4\pi} = \sqrt{\frac{a^2 i^2}{4 l^2} - \frac{m^4}{16\pi^2}} \text{ (*)}.$$

» Désignons par n_i le *son* du tuyau théorique ; nous avons

(9) $$n_i = \frac{ai}{2l}.$$

Donc

(10) $$\mathfrak{N}_i^2 = n_i^2 - \frac{m^4}{16\pi^2} = n_i^2 - \varepsilon^2,$$

ε étant une quantité constante pour un même tuyau. Nous arrivons donc encore à la loi simple formulée dans notre note du 8 mai :

THÉORÈME I. — *Les carrés des nombres de vibrations des divers sons possibles d'un même tuyau sont diminués d'une quantité constante par suite des diverses causes perturbatrices.*

» Imaginons qu'un tuyau suive la loi de Bernoulli, nous aurons.

$$n_i = \frac{ai}{2l};$$

par suite,

(11) $$a = \frac{2 n_i l}{i} \quad \text{ou} \quad a = 2nl,$$

en désignant par n le son fondamental.

» Mais dans l'impossibilité d'observer n_i nous nous servons du nombre $\mathfrak{N}_i$ trouvé par expérience ; nous avons alors

(12) $$a' = \frac{2\mathfrak{N}_i l}{i} \quad \text{ou} \quad a' = 2\mathfrak{N} l,$$

(*) M. Duhamel a trouvé une formule analogue pour le mouvement d'une corde troublée par un courant continu de fluide (*Comptes rendus*, t. LVI).

mais $\mathfrak{N}_i < n_i$, donc :

» THÉORÈME II. — *La vitesse du son, déduite du son fondamental d'un tuyau sonore, est toujours moindre que la vitesse de l'air libre.*

» Si au lieu de partir du son fondamental, nous partons d'un harmonique, nous remarquerons qu'en vertu de la formule (8), l'on a

$$\frac{\mathfrak{N}_i}{i} > \mathfrak{N},$$

donc :

» THÉORÈME III. — *La vitesse du son déduite d'un harmonique d'un tuyau se rapproche d'autant plus de la vitesse réelle que l'harmonique dont on part est plus élevé.*

» On déduit de la formule (10) et des formules (11) et (12) l'équation

$$(13) \qquad \frac{a^2}{a'^2} = 1 + \frac{\varepsilon^2}{\mathfrak{N}_i^2},$$

ε^2 étant une constante pour un même tuyau ; donc :

» THÉORÈME IV. — *L'excès sur l'unité du rapport des carrés de la vitesse réelle et de la vitesse calculée par un son $\mathfrak{N}_i$ est en raison inverse du carré du nombre des vibrations $\mathfrak{N}_i$ pour un même tuyau.*

» Rapportons tous les harmoniques au son fondamental, nous aurons

$$(14) \qquad \frac{\mathfrak{N}_i}{\mathfrak{N}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{n_i}{n}\right)^2 - \delta^2}{1 - \delta^2}},$$

δ^2 étant une constante pour un même tuyau. Cette formule montre que l'intervalle d'un harmonique rendu au son fondamental est toujours plus grand que l'intervalle $\frac{n_i}{n}$ donné par la loi de Bernoulli ; on en déduit le théorème suivant :

» THÉORÈME V. — *Si l'on calcule au moyen d'un harmonique et en s'appuyant sur la loi de Bernoulli le son fondamental d'un tuyau sonore, on obtient un son fondamental d'autant plus aigu que le son d'où on l'a déduit est plus élevé dans la série des harmoniques.*

» C'est la proposition énoncée et démontrée par Wertheim (*). »

(*) *Mémoire sur la vitesse du son dans les liquides* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIII, p. 14).

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note relative à la non-symétrie des courbes terminales du spiral des chronomètres; par* **M. C. Rozé.**

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Le nouveau théorème de M. Phillips (1), sur le spiral réglant des chronomètre, démontre que, conformément à l'opinion énoncée par M. Grossmann et vérifiée expérimentalement par M. Kaurup, le spiral peut être terminé par deux courbes théoriques, non symétriques, sans cesser de jouir des remarquables propriétés établies dans le Mémoire de M. Phillips sur le spiral réglant.

» Je suis depuis longtemps arrivé, théoriquement et pratiquement, à cette conclusion d'une grande importance pratique, et je l'ai communiquée à différentes personnes, notamment à MM. Grossmann et Kaurup, chez ce dernier en septembre 1869, lors de mon voyage au Locle. J'en appelle volontiers aux souvenirs de ces artistes, avec lesquels je me suis longuement entretenu, à diverses occasions, des avantages qui doivent résulter de l'application des théories de M. Phillips.

» Sans entrer ici dans tous les détails que comporte ce sujet, je dirai seulement que, jusqu'à présent, les spiraux trempés, entièrement cylindriques, sont courbés après le revenu, et que cette manière d'opérer, qui altère profondément l'homogénéité, est une cause de difficultés et d'imperfections dans le réglage des chronomètres. Des tentatives faites, notamment par mon père et par moi, à l'occasion des expériences réalisées pour M. Phillips, dans le but d'arriver à tremper les spiraux tout courbés, nous avons pu conclure que cette opération ne deviendrait réellement pratique que lorsque les courbes seront telles, que le manchon à tremper pourra être fait d'une seule pièce ou à peu près.

» Dans cet ordre d'idées, j'ai cherché et trouvé une courbe théorique dont tous les points sont extérieurs à la partie cylindrique du spiral. Ce nouveau type se compose de deux demi-circonférences, de même rayon que les spires, un peu écartées et réunies par deux portions rectilignes, égales et parallèles à la distance des centres. Pour qu'il satisfasse aux conditions imposées, d'après la théorie de M. Phillips, aux courbes terminales, il suffit que la distance des centres soit égale à

$$x = \frac{r}{2}\left(\sqrt{\pi^2 + 4} - \pi\right) = 0{,}2915 . r.$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1131; 1871.

» De cette façon, le spiral théorique est aisément réalisable et jouit en outre de qualités sur lesquelles je ne m'arrêterai pas ici. Mais la solution est encore plus complète lorsque, conservant ce type pour l'une des extrémités, on termine l'autre par une courbe théorique intérieure. J'ai été conduit ainsi à démontrer que le spiral jouit encore des mêmes propriétés lorsqu'il est terminé par deux courbes théoriques non symétriques.

» J'ai trouvé une démonstration très-simple de ce fait, que j'extrais d'un Mémoire rédigé en 1869, et encore inédit, sur le système régulateur des chronomètres.

» Pour que le spiral soit isochrone, il faut que l'on ait

$$Yx_1 - Xy_1 = 0,$$

Y et X étant les composantes de l'effort exercé par le spiral sur l'axe du système, et x_1 et y_1 les coordonnées de son centre de gravité.

» M. Phillips démontre que, si les composantes Y et X sont nulles, le spiral se déformera uniformément, c'est-à-dire suivant la loi

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = \frac{\alpha}{L},$$

R_0 et R étant les rayons de courbure correspondant à un même point du spiral et aux valeurs zéro et α de l'angle d'écart, L étant la longueur du spiral; et réciproquement.

» Puis M. Phillips déduit la forme des courbes terminales de cette condition, que, la déformation ayant lieu suivant la loi exprimée plus haut, le centre des spires reste sur l'axe, et il montre en outre que le spiral qu'elles terminent a son centre de gravité sur l'axe, de sorte que l'on a

$$x_1 = 0, \quad y_1 = 0.$$

» Pour généraliser ces résultats au cas de deux courbes non symétriques nous suivrons le même ordre; nous montrerons d'abord que le spiral se déforme avec la même approximation suivant la loi exprimée par

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = \frac{\alpha}{L},$$

et ensuite que son centre de gravité est encore situé sur l'axe de rotation.

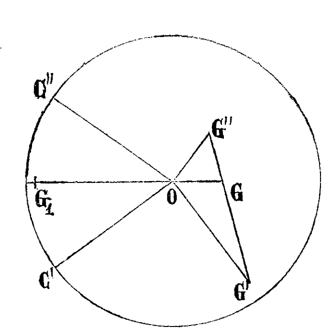
» Imaginons deux spiraux de même longueur totale, de même diamètre, formés avec le même fil et terminés chacun par deux courbes symétriques appartenant à des types différents et quelconques.

» Chacun de ces spiraux se déformera suivant la loi indiquée, et comme

le rayon initial des spires ρ_0 et la longueur L sont identiques, pour une même valeur de α, le rayon des spires ρ aura la même valeur pour chacun d'eux; on en conclut immédiatement que l'on pourrait, sans rien changer à l'état d'équilibre du système, substituer, à un instant quelconque, une certaine longueur comptée à partir de l'extrémité de l'un à une longueur égale de l'autre, aussi comptée à partir de l'extrémité, à la seule condition que les points raccordés appartiennent aux parties cylindriques. Le spiral ainsi formé aurait deux courbes dissymétriques et se déformerait naturellement suivant la loi imposée, c'est-à-dire uniformément; ce qui démontre le premier point.

» Nous avons maintenant à montrer que le centre de gravité du spiral est bien situé sur l'axe pour $\alpha = 0$.

» Soit en projection, O l'axe du système, C′ et C″ les limites des spires, G′ et G″ les centres de gravité de chacune des courbes, situés, comme on sait, sur des rayons OG′, OG″ respectivement perpendiculaires à OC′ et OC″.



» La partie du spiral comprise entre les deux spires extrêmes limitées à une même génératrice, passant par C′ ou C″, a évidemment son centre sur l'axe; tout revient donc à démontrer que le centre de gravité de l'arc C′C″ et des deux courbes est aussi sur l'axe. Si l' et l'' sont les longueurs des deux courbes, on doit avoir, puisqu'elles sont théoriques,

$$OG' = \frac{\rho_0^2}{l'}, \quad OG'' = \frac{\rho_0^2}{l''}, \quad \text{d'où} \quad \frac{OG'}{OG''} = \frac{l''}{l'}.$$

» D'ailleurs le centre de gravité G de l'ensemble des deux courbes est déterminé par la relation

$$\frac{GG'}{GG''} = \frac{l''}{l'} = \frac{OG'}{OG''};$$

donc, d'abord le centre de gravité G est sur la bissectrice de l'angle en O, et par suite sur le même diamètre que celui de l'arc C′C″. D'autre part, les moments par rapport au point O sont évidemment égaux; car on a, pour l'arc C′C″,

$$2\rho_0^2 \sin\frac{C'OC''}{2},$$

et pour les deux courbes,

$$(OG' \times l' + OG'' \times l'') \cos GOG',$$

expressions qui deviennent identiques, lorsque l'on a égard aux relations précédentes.

» Le centre de gravité du spiral est donc bien situé sur l'axe à l'origine.

» On voit que le spiral jouit encore et au même degré des propriétés établies dans le Mémoire de M. Phillips, lorsque ses courbes terminales appartiennent à des types théoriques différents. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie des ondes et des remous qui se propagent le long d'un canal rectangulaire horizontal, en communiquant au liquide contenu dans ce canal des vitesses sensiblement pareilles de la surface au fond.* Mémoire de **M. J. Boussinesq**, présenté par M. de Saint-Venant (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Liouville, de Saint-Venant, Phillips.)

« Ce Mémoire est consacré à déduire, des formules non linéaires et jusqu'à présent si rebelles de l'hydrodynamique, l'explication à peu près complète des phénomènes intéressants et nombreux qui font l'objet de la deuxième partie des *Recherches hydrauliques* de MM. Darcy et Bazin (*Savants étrangers*, t. XIX, ou *Rapport* de M. Clapeyron aux *Comptes rendus*, 10 août 1863). Il contient le développement des idées déjà résumées dans deux articles des *Comptes rendus* (t. LXXII, p. 755, 19 juin 1871, et t. LXXIII, p. 256, 24 juillet 1871), avec d'autres résultats également nouveaux, relatifs sur tout à deux éléments qui restent invariables aux diverses époques du mouvement de chaque onde, en outre de son volume, et qui servent ainsi à caractériser les diverses intumescences.

» Le premier de ces éléments est l'*énergie* d'une onde, c'est-à-dire le travail qu'elle produirait en vertu de la pesanteur de ses parties si toute la masse liquide était réduite instantanément en repos : son expression, par unité de largeur du canal, s'obtient en imaginant des sections normales qui divisent en parties infiniment petites l'intumescence, c'est-à-dire le volume compris entre la surface libre actuelle et la surface libre primitive, et compté positivement ou négativement suivant qu'il est au-dessus ou au-dessous de cette surface, puis en multipliant, par le poids de l'unité de volume du liquide, l'intégrale dont les divers éléments sont les produits de la distance de deux consécutives de ces sections par le carré de la hauteur correspondante de l'intumescence. Cette intégrale étant invariable, il en est, par suite, de même de son rapport au double du volume total de l'intumescence, rapport qui n'est autre chose que la hauteur du centre de

gravité de l'onde au-dessus de la surface libre primitive. Le centre de gravité d'une onde se maintient donc sans cesse au même niveau, et n'est animé que d'un simple mouvement uniforme de translation le long du canal : d'après une des formules de l'article du 24 juillet, le carré de sa célérité de propagation est égal au produit du nombre $g = 9^{\text{m}},809$ par la somme de la profondeur primitive et du triple de la hauteur de ce même centre au-dessus de la surface libre initiale.

» La seconde des quantités constantes dont il s'agit est l'intégrale qui a pour élément le produit de la distance de deux sections normales voisines par le carré de l'angle que la surface libre actuelle y fait avec la surface libre primitive, carré diminué de trois fois le cube du rapport de la hauteur correspondante de l'intumescence à la profondeur primitive. M. Boussinesq appelle cette quantité *moment d'instabilité* de l'onde, parce qu'elle est d'autant plus grande, pour une intumescence d'une énergie donnée, que cette intumescence, d'un instant à l'autre, change de forme plus rapidement et dans des limites plus étendues. De toutes les ondes de même énergie, celle de Scott Russell, ou *onde solitaire*, dont le profil est une courbe transcendante parfaitement définie, a le moment d'instabilité le plus petit, et c'est la seule dont la forme soit permanente, c'est-à-dire qui se propage sans se déformer. Lorsque la coupe longitudinale d'une intumescence ne diffère pas beaucoup, à un instant donné, de celle de l'onde solitaire de même énergie, le moment d'instabilité qu'elle possède est peu supérieur à sa valeur minimum, et le profil qu'elle affecte oscille sans cesse autour de celui d'une onde solitaire, sans pouvoir jamais s'en écarter beaucoup. Ou plutôt, les frottements intérieurs du fluide, négligés dans cette analyse, et dont l'action est très-sensible au commencement du mouvement, réduisent de plus en plus ces oscillations, et ne tardent pas à changer l'intumescence en une onde solitaire, tout comme ils ramènent à leurs positions d'équilibre stable un système de points matériels qu'on n'en a pas trop écartés. On conçoit même, vu la stabilité de cette forme et l'impossibilité pour une onde d'en atteindre aucune autre qui soit permanente, stable ou même instable, que ce phénomène se produise pour toutes les intumescences susceptibles de former une onde solitaire, c'est-à-dire pour toutes celles dont le volume est positif et modéré.

» Le profil longitudinal de la surface libre d'une onde solitaire mérite d'être étudié, même au seul point de vue géométrique. La courbe qu'il affecte est caractérisée par une propriété remarquable : le produit de la perpendiculaire abaissée d'un quelconque de ses points sur son asymptote par

le cube de la profondeur primitive, est égal aux trois quarts du produit des deux parties en lesquelles cette perpendiculaire divise l'aire comprise entre la courbe et son asymptote. Le centre de gravité de cette même aire est au tiers de la plus grande hauteur, comme dans le triangle; d'où il résulte que le carré de la vitesse de propagation, égal, ainsi qu'il vient d'être dit, au produit du nombre g par la profondeur primitive augmentée de trois fois cette hauteur, vaudra précisément le produit du même nombre g par la distance qu'il y a du sommet de l'onde au fond du canal : ce qui est la loi expérimentale de Scott Russell. Enfin la hauteur de l'onde est les trois seizièmes du carré de son volume par unité de largeur de son canal, divisés par le cube de la profondeur primitive; d'où il suit qu'une onde propagée le long d'un canal de profondeur lentement décroissante, augmente sans cesse de hauteur, aux dépens de sa base qui se raccourcit; et elle finit ainsi par être instable et par déferler. »

« **M. Larrey** présente, de la part de M. le professeur *Coze*, de Strasbourg, une Note relative à la fragmentation des balles et à leur fusion probable, dans les plaies d'armes à feu. Dans cette Note, datée du 28 octobre, l'auteur cite trois observations cliniques à l'appui de son opinion, et formule, en terminant, les conclusions suivantes :

« 1° Les balles, lorsqu'elles sont brusquement arrêtées par un corps » dur, os, pièce de monnaie, etc., peuvent se fragmenter, se morceler » dans des proportions telles, que les blessés et les médecins même ont » pu croire quelquefois à l'emploi de balles explosibles, proscrites entre » nations civilisées;

» 2° Ce morcellement, cette fragmentation peut s'expliquer par la fusion » probable du métal qui, brusquement arrêté, transforme en chaleur le » mouvement dont il est animé. »

» Des faits analogues ont été consignés, presque en même temps, dans la *Gazette médicale de Strasbourg* du 15 octobre, d'après un travail récent sur les plaies d'armes à feu par un médecin allemand, le Dr Mühlhauser.

» La vérification de ces faits reste à faire par des expériences, ajoute M. Larrey, pour mettre fin surtout à la supposition ou à l'accusation de l'emploi de balles explosibles. »

(Commissaires : MM. Morin, Combes, Phillips, Larrey, Dupuy de Lôme.)

M. Crussard adresse une troisième Note concernant un procédé pour réduire la consommation du combustible, dans la navigation à vapeur, par

l'emploi combiné de la vapeur et de la pression atmosphérique comme force motrice.

(Renvoi à la Section de Géographie et de Navigation.)

M. **Trouyet** adresse, de Beyrouth, un Mémoire concernant divers procédés de destruction du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Rabache** adresse une Note relative aux phénomènes astronomiques en général, et spécialement à ceux que présentent les comètes.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Brachet** adresse une nouvelle Note, relative à l'éclairage par la lumière électrique et par la combustion du magnésium dans l'oxygène.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. É. **Pontisserbaut** adresse une Note concernant l'application du moteur Lenoir à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Vibrations transversales des fils et des lames minces.* Note de M. E. **Gripon**, présentée par M. Jamin.

« Des fils métalliques ou des lames minces fixés à la branche d'un diapason, et ayant une extrémité libre, vibrent par communication à la manière des verges et à l'unisson du diapason. De même que dans les expériences faites par Melde sur les fils tendus, on distingue sur ces petites verges un certain nombre de fuseaux séparés par des nœuds. On peut trouver par l'analyse les équations du mouvement du fil, considéré soit comme une corde, soit comme une verge. Les résultats du calcul sont complétement vérifiés par l'expérience.

» Le nombre des nœuds varie avec la longueur de la verge; les distances de chacun de ces nœuds à l'extrémité libre, sont indépendants de cette longueur. Les distances relatives des nœuds sont exactement les mêmes que sur une verge fixée à l'une de ses extrémités et libre à l'autre; à une

exception près, c'est que l'extrémité fixée au diapason n'est plus toujours un nœud, mais se trouve, à une distance du nœud le plus voisin, variable avec la longueur. En général, la verge ne vibre pas, ou vibre d'une façon irrégulière, lorsque le nœud doit, théoriquement, se former au point d'attache de la verge avec le diapason.

» Les distances normales de deux nœuds consécutifs sont inversement proportionnelles aux racines carrées des nombres de vibrations des diapasons que l'on emploie, et, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelles aux racines carrées des épaisseurs des verges. L'accord de la théorie avec l'expérience est assez complet pour qu'on puisse déterminer la vitesse du son dans la verge employée, en mesurant la distance normale de deux nœuds consécutifs, l'épaisseur de la verge et le nombre des vibrations du dia pason.

» Cette méthode, très-simple, conduit, pour les métaux usuels, aux nombres déjà trouvés par Wertheim et Masson. Elle s'applique parfaitement au cas où l'on aurait des corps très-flexibles, comme du papier; dans ces cas, les méthodes ordinaires sont en défaut. On peut constater par de telles expériences, les variations que l'humidité apporte dans l'élasticité des corps hygrométriques, tels que le papier.

» Les lois des cordes vibrantes se vérifient sur les fils métalliques très-fins, excepté lorsque la tension de ces fils n'est plus que de quelques grammes.

» Dans toutes ces expériences, qu'il s'agisse des cordes ou des verges, la position des nœuds n'est pas rigoureusement fixe; les nœuds, et surtout ceux qui sont voisins du diapason, se déplacent pendant le mouvement; ils s'éloignent du diapason à mesure que l'amplitude des vibrations diminue.

» Les verges libres ou les fils faiblement tendus présentent une autre anomalie. Lorsque les vibrations ont très-peu d'amplitude, les fils prennent le mode de division qui est indiqué par la théorie, et le point d'attache n'est pas un nœud. Mais, si l'on fait vibrer le diapason de plus en plus fortement, le nombre des nœuds décroît; ainsi, au lieu de quatre nœuds, on n'en observe plus que trois, deux ou un, ou même pas du tout. Le point d'attache du fil au diapason est alors la place d'un nœud, et le fil est divisé par les nœuds en parties égales. Des verges libres présentent aussi, suivant l'attaque, un nombre variable de nœuds qui suivent dans leurs dispositions les lois ordinaires.

» Le fil ne cesse pas de vibrer dans tous les cas à l'unisson du diapason ou, du moins, on n'entend aucun son étranger à celui de l'instrument.

Il y a là une anomalie dont la théorie ne semble pas rendre compte et qui tient peut-être à ce que l'on établit l'équation différentielle du mouvement du fil en supposant infiniment petites les amplitudes des vibrations. »

PHYSIQUE. — *Sur un phénomène nouveau de phosphorescence produite par l'électricité de frottement.* Note de M. **Alvergniat**, présentée par M. Jamin.

« Nous faisons le vide, par la machine pneumatique à mercure, dans des tubes de verre droits de 45 centimètres de longueur; nous y introduisons ensuite une petite quantité de chlorure ou de bromure de silicium, et nous continuons le vide jusqu'à réduire la pression à 12 ou 15 millimètres, après quoi nous fermons le tube à la lampe.

» Si l'on vient ensuite à frotter entre les doigts ou avec une étoffe de soie les parois du tube ainsi préparé, on voit une vive lueur se promener dans le tube et suivre le mouvement du frotteur; elle est rosée avec le chlorure, et jaune-verdâtre avec le bromure de silicium. Elle rappelle celle qui a été observée depuis longtemps dans le baromètre, mais elle est plus vive.

» Nous ferons remarquer que si l'on essaie de faire passer l'étincelle de la bobine d'induction dans ces tubes, elle n'y développe aucune lueur, à moins que le vide n'y soit plus parfait; mais alors la phosphorescence par le frottement disparaît.

» Nous devons des remercîments à M. Friedel, qui a bien voulu préparer pour nous, à l'état de pureté, les substances qui nous ont donné ce résultat. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des précipités* (fin); Note de **M. Berthelot**.

IV. — *Changements dans l'état d'agrégation.*

« 1. Les précipités sont amorphes et tenus dans les premiers moments; puis les particules s'agrégent en masses de plus en plus cohérentes, c'est-à-dire mieux débarrassées de l'eau mère interposée, parfois même plus denses; elles finissent d'ordinaire par se disposer en cristaux. Ces changements successifs peuvent être observés sous le microscope, et ils sont traduits par le thermomètre, toutes les fois qu'ils ne sont pas trop lents. Leur signe thermique est le même que celui de la solidification, mais contraire à celui des déshydratations et décompositions simultanées. Voici quelques-uns des faits.

» 2. *Carbonate de strontiane* : $SrCl\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + CO^3K\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}})$. —

Deux actions se succèdent, de signe contraire : 1° formation d'un précipité amorphe, avec absorption de chaleur, — 0,40; comme avec CO^3Ca;

» 2° Le précipité cristallise, en développant une quantité de chaleur égale ou supérieure à la précédente, + 0,40 à + 0,56. Je tire de là :

CO^2 (dissous) + SrO (dissoute) = CO^3Sr amorphe + 9,9; cristallisé...... + 10,5

» 3. *Carbonate de baryte.* — J'ai observé :

BaCl + CO^3K; 1re action, environ + 0,66; 2e action, + 0,19; en tout... + 0,85
BaCl + CO^3Na; 1re action, environ + 0,48; 2e action, + 0,24; en tout... + 0,72

» La démarcation entre les deux actions est bien moins tranchée qu'avec la strontiane. Je tire de là :

CO^2 dissous + BaO dissoute = CO^3Ba.............................. + 11,2

» J'ai trouvé, par expérience directe : + 11,1.

» 4. *Carbonate de plomb.* — Plusieurs effets se succèdent; leur constatation est très-intéressante, quoique leurs limites soient très-difficiles à distinguer. — AzO^6Pb ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) versé dans CO^3Na ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) : précipité immédiat. Au bout du temps strictement nécessaire pour constater la température avec les instruments employés (10 à 12 secondes), il s'est dégagé + $0^{\text{cal}},40$. Mais le thermomètre monte rapidement; au bout de $1\frac{1}{2}$ minute, ralentissement très-marqué, la chaleur totale dégagée étant + 2,11. Après cinq minutes, le maximum est atteint; il répond à un dégagement total de + 2,52, avec cristallisation.

AzO^6Pb + CO^3K; 1re et 2e phases, + 2,38; 3e phase (chaleur totale).... + 2,86;

d'où CO^2 dissous + PbO (hydraté)............. = CO^3Pb
1er état, + 4,5; 2e état, + 6,3; 3e état..... + 6,7.

Résultats analogues, se succédant plus rapidement, avec l'acétate de plomb.

» Ces chiffres montrent quelles variations subit la constitution d'un corps insoluble, à partir du premier instant de sa précipitation. Observons encore que l'écart thermique entre l'azotate et le carbonate de plomb, presque égal à l'écart entre l'azotate et le carbonate de soude (+ 3,2 au lieu de 3,5) au début de la réaction, va en diminuant jusqu'à + 1,0 à mesure que le précipité se condense davantage.

» 5. *Carbonate d'argent.* — Remarques analogues; seulement les effets thermiques répondent à des états amorphes, et ils se succèdent trop vite pour être séparés.

AzO^6Ag (1équiv = 2lit) versé dans CO^3K (1équiv = 2lit); 1er effet, inférieur à + 4,0; effet total.. + 5,48

» Avec des solutions plus étendues, la chaleur dégagée augmente un peu. On tire de là (1) :

CO^2 dissous + AgO hydraté = CO^3Ag dégage........................... + 6,9

valeur remarquable, car *elle surpasse la chaleur de formation de l'azotate d'argent.* L'écart thermique entre le carbonate et l'azotate est de signe contraire aux autres sels alcalins et métalliques, ce qui accuse une condensation croissante des précipités. J'ai cru devoir vérifier ce résultat en faisant agir l'acide azotique dilué sur le carbonate d'argent obtenu dans l'expérience ci-dessus et lavé par décantation; j'ai opéré en présence d'une quantité d'eau suffisante pour maintenir l'acide carbonique entièrement dissous. Le carbonate d'argent s'est dissous aussitôt, sans dégagement de gaz et avec absorption de — 1,20. Les chiffres ci-dessus indiquent — 1,70; mais ils se rapportent à des liqueurs plus concentrées. En tout cas, l'inégalité signalée se trouve confirmée; elle prouve que l'accroissement de cohésion du carbonate d'argent, traduit par une plus grande chaleur de formation, ne suffit pas pour changer le sens de la réaction exercée par l'acide azotique sur les carbonates.

» Je ne suis pas éloigné d'attribuer cette absorption de chaleur anormale à la cause suivante : Le déplacement d'un acide dans un sel par un autre acide dissous donne en général naissance à un acide hydraté, tandis que l'acide carbonique dégagé des carbonates est anhydre; sa formation représente deux actions successives, savoir : la substitution équivalente d'un acide hydraté à un autre acide hydraté, et la séparation entre ce dernier et les éléments de l'eau : la première action dégage d'ordinaire de la chaleur, tandis que la deuxième en absorbe. L'existence momentanée d'une portion de l'acide carbonique sous forme d'hydrate instable, dans ses dissolutions, serait d'ailleurs conforme à certains effets bien connus de retard dans son dégagement au sein des eaux gazeuses, effets attribués d'ordinaire à l'inertie moléculaire.

» 6. *Oxalates.* — La précipitation des oxalates terreux et métalliques, sels insolubles, pour la plupart cristallisés, dégage beaucoup de chaleur. On en jugera par les valeurs suivantes, que j'ai déterminées (sauf les deux

---

(1) AzO^6Ag + KO dégage........... + 8,66
donc AzO^6H + AgO (hydraté)........ + 5.17.

premières) par la méthode des doubles décompositions entre sels neutres (1):

Acide oxalique	+ KO	dissoute	+ 14,26	surpasse l'azotate de	...	+ 0,43
»	+ NaO	»	+ 14,32	»	...	+ 0,60
»	+ AzH^3	»	+ 12,66	»	...	+ 0,10
»	+ CaO	»	+ 18,52	»	...	+ 4,6
»	+ SrO	»	+ 17,59	»	...	+ 3,7
»	+ BaO	»	+ 16,72	»	...	+ 2,7

» La formation de l'oxalate de chaux dégage autant de chaleur que celle du sulfate de baryte, et surpasse de + 2,5 celle du sulfate de chaux. Au contraire, le sulfate de baryte l'emporte sur l'oxalate de baryte de + 1,7. Mais ces corps ne sont pas strictement comparables, le sulfate de baryte étant amorphe et probablement anhydre, tandis que les oxalates sont cristallisés et hydratés.

Acide oxalique	+ MnO	hydraté	+ 14,29	surpasse l'azotate de	...	+ 2,8
»	+ ZnO	»	+ 12,51	»	...	+ 2,6
»	+ PbO	»	+ 12,76	»	...	+ 5,1
»	+ AgO (2)	»	+ 12,90	»	...	+ 7,7

» Les chiffres de la dernière colonne montrent que la condensation des oxalates métalliques va croissant, du zinc et du manganèse au plomb et à l'argent, relation analogue à celle que j'ai signalée pour les carbonates.

» En résumé, plusieurs effets attestés par les phénomènes thermiques, et qu'il est nécessaire de discuter dans la statique chimique, se succèdent pendant les doubles décompositions salines :

---

(1)

$\frac{1}{2}C^4K^2O^8$	($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$)	+ CaCl	($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$)	dégage.....	+ 4,00
»	»	+ SrCl	»	»	+ 3,09
$\frac{1}{2}C^4Am^2O^8$	»	+ BaCl	»	»	+ 2,62
$\frac{1}{2}C^4K^2O^8$	»	+ MnCl	»	»	+ 2,13

Ce mélange reste d'abord liquide, sans variation sensible de température; puis le précipité se forme en cristallisant. De même pour l'oxalate de zinc :

$\frac{1}{2}C^4K^2O^8$	($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$)	+ SO^4Zn	($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$)	dégage...	+ 2,26
»	»	+ AzO^6Pb	»	» ...	+ 4,66
»	»	+ AzO^6Ag	»	» ...	+ 7,30

Je me suis servi dans les calculs des chiffres obtenus par M. Thomsen pour la formation des chlorures de strontium, de manganèse, du sulfate de zinc et de l'azotate de plomb.

(2) En traitant l'oxalate d'argent par HCl, je l'ai changé en chlorure, avec dégagement de + 7,92. D'où je déduis : AgO + HCl dégage + 20,82.

» Au moment du mélange des dissolutions, il se produit un certain équilibre entre l'eau, les sels primitifs et les sels de nouvelle formation, solubles ou insolubles. Cet équilibre est bien distinct du pêle-mêle entre les acides et les bases que l'on a supposé quelquefois : c'est un état parfaitement défini, réglé par les proportions relatives de l'eau et des sels, et tout à fait comparable à l'équilibre des réactions éthérées. Il est déterminé et tend à être maintenu par l'influence de certaines actions contraires, toujours prêtes à entrer en jeu et à renverser les décompositions, pour peu qu'on modifie les proportions relatives des corps mis en présence.

» Un tel état subsiste, lorsque le système reste homogène par suite de la formation exclusive de composés solubles. Mais les sels insolubles se comportent différemment : ils ne demeurent pas dans leur constitution première, de façon à pouvoir reproduire l'équilibre initial, qu'ils sembleraient devoir régénérer toutes les fois qu'on les remet en suspension dans la liqueur par une agitation convenable. Loin de là : ils éprouvent presque aussitôt de nouveaux changements, les uns chimiques, tels que la déshydratation, la séparation entre les acides et les bases, peut-être même la polymérisation ou condensation atomique; les autres physiques, tels que la cristallisation et la formation de masses plus compactes et plus agrégées.

» Ces changements se produisent après coup : d'où il suit que la formation primitive du précipité ne saurait être expliquée par la densité et la cohésion finale, constatées sur le corps isolé et desséché.

» L'état final du précipité a cependant un rôle essentiel, car il trouble le jeu réciproque des actions contraires qui ont produit l'équilibre initial et qui tendent à le maintenir; certains des corps entre lesquels cet équilibre avait lieu d'abord ayant changé d'état, ne peuvent plus y être ramenés sans le concours de travaux spéciaux, qu'une simple modification dans les proportions relatives ne suffit pas à rendre possibles. La chaleur dégagée ne mesure la grandeur de ces travaux que s'ils sont tous de même sens. En général, ils permettent à la réaction de se développer dans un sens exclusif, jusqu'à l'élimination totale de l'un des composants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des matières albuminoïdes en urée par l'hypermanganate de potasse.* Note de M. E. RITTER, présentée par M. Wurtz.

« Les expériences de M. Béchamp concernant la production de l'urée par l'oxydation des matières albuminoïdes au moyen du permanganate de

potasse ont trouvé des contradicteurs. Récemment encore elles ont été contestées par M. O. Loew (*Journal für praktische Chemie,* nouv. série, t. II). Cette contradiction est sans fondement. J'ai réussi, en effet, à transformer l'albumine, la fibrine et le gluten en urée, en suivant à la lettre le nouveau procédé indiqué par M. Béchamp. Les rendements obtenus sont les suivants : 30 grammes d'albumine ont fourni $0^{gr},09$ d'urée; la fibrine n'en a produit que $0^{gr},07$; Le gluten au contraire en fournit trois fois plus environ : $0^{gr},29$; $0^{gr},31$; $0^{gr},21$. Il y a dans l'opération un temps qu'il faut bien surveiller; la réaction, d'abord très-lente, s'active, et la masse s'échauffe; si en ce moment on ne retire pas du bain-marie, et même si l'on ne refroidit pas quelquefois, le dégagement de gaz devient tumultueux et l'opération échoue. Avec le gluten, j'ai obtenu à côté de l'urée un autre produit cristallisé dont je poursuis l'étude ».

ANTHROPOLOGIE. — *Habitations lacustres du midi de la France (région pyrénéenne).* Note de **M. F. Garrigou**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans la région ouest de la chaîne des Pyrénées, dans toute la partie comprise entre Salies de Béarn, Dax et Bayonne, on peut suivre une série de côteaux, en général formés par des ondulations du crétacé supérieur, moyen et inférieur, couronnées par un dépôt alluvien exclusivement composé d'alternances de cailloux roulés quartzeux et d'argiles rougeâtres, que mes recherches me permettent aujourd'hui de ranger stratigraphiquement et paléontologiquement dans le terrain pliocène. La plupart des bas-fonds produits par ces ondulations sont actuellement remplis par des couches de tourbes, que leur surface horizontale permet, de prime abord, de reconnaître pour autant d'emplacements d'anciens lacs maintenant desséchés. L'étendue de ces tourbières est souvent très-considérable; il y en a qui occupent des surfaces de plusieurs dizaines d'hectares. J'en ai reconnu quarante-cinq environ tout autour de Salies de Béarn. Elles portent toutes le nom de *barthes*.

» Dans la barthe Claverie, auprès de Saint-Dos (Basses-Pyrénées), j'ai fait mettre à nu une surface labourée et dans laquelle on a enlevé la terre et la tourbe jusqu'à une profondeur moyenne de 80 centimètres. A ce niveau existait un véritable plancher formé de larges éclats de troncs d'arbres simulant des planches grossières; ces planches elles-mêmes reposaient soit sur des pieux enfoncés verticalement jusqu'à une profondeur de plusieurs mètres, soit sur des poutres grossièrement équarries d'une longueur

de 3 à 8 mètres, et souvent de 40 à 50 centimètres de large, reposant elles-mêmes sur des piquets fourchus. Les points de jonction de ces diverses pièces de bois étaient forts curieux : sur un piquet reposaient quelquefois les extrémités de trois et quatre planches reliées entre elles, suivant toute probabilité, par des parties noueuses et en forme de doubles crocs enlevées aux racines des arbres. Ces débris abondent souvent aux points de jonction. Souvent aussi, j'ai vu les pieux terminés à la partie supérieure par des nodosités naturelles plus ou moins anguleuses et contournées, recevant dans ces anfractuosités les extrémités des planches.

» Les pieux atteignent quelquefois 2 à 4 mètres de hauteur. Ils sont formés, dans certains cas, par des troncs d'arbres parfaitement appointis à l'une de leurs extrémités ; dans d'autres cas par des troncs d'arbres éclatés en forme de bec de flûte très-allongé.

» Toutes ces pièces portent des empreintes très-nettes d'instruments tranchants ; on y voit souvent des entailles profondes. Il n'y a pas de doute possible sur la nature de l'outil qui a servi à travailler ce bois : c'était une hache en métal, et j'ai tout lieu de supposer, vu la longueur des entailles et surtout leur profondeur, que le métal était du fer.

» Avec ces objets, j'ai pu retrouver dans une tourbe épaisse, gluante, je dirais presque grasse, des fragments de planches taillées en biseau, quelquefois carbonisées. Il y avait aussi un appareil en bois, de forme trapézoïdale, en tout semblable à un objet dont on se sert encore dans le pays pour fermer les portes de bois, et qu'on nomme *clef*.

» Sur le plancher découvert, j'ai recueilli quelques gros quartzites, dont plusieurs avaient été éclatés en forme de coins, et au milieu même de la tourbe se trouvait un gros fragment du grès quartzeux qui sert encore dans les Pyrénées comme pierre à aiguiser.

» Les fouilles n'ont pu atteindre une grande profondeur, car, arrivés à 1 mètre au-dessous de la surface du sol, les ouvriers étaient envahis par l'eau qui formait, à partir de ce point, un niveau continu dans toute l'étendue de l'ancien lac. Une pierre un peu lourde posée sur la tourbe s'enfonçait à ce moment avec une assez grande rapidité. Il était impossible, on le comprendra, de faire dans une semblable position des fouilles plus profondes.

» Le terrain, sondé sur plusieurs points, a permis de voir que le plancher existait sur une surface très-considérable que je ne crains pas d'estimer à plusieurs hectares.

» J'ai pu constater également que les pieux devenaient plus longs à mesure que l'on s'éloignait du bord de l'ancien lac.

» On remarquera que cette habitation lacustre n'a pu fournir encore un seul fragment métallique qui puisse faire assigner un âge à sa construction; mais, en outre des entailles que portent les pièces de bois, on m'a affirmé que quelques chevilles de fer, tombées en poudre au moment de leur extraction, avaient accompagné des planches et des poutres enlevées dans d'autres barthes. Tout autorise donc à penser qu'on retrouvera ici, comme en Suisse, des armes, des outils, des poteries et des débris de cuisine. Un sondage fait auprès du lac de Labastide me permet d'affirmer le fait; et, de plus, en draguant le fond du lac Dumirail, il a été retiré un vase en cuivre.

» De nombreux essais de fouilles faits dans cette région des Basses-Pyrénées m'ont conduit aux mêmes résultats.

» Mais des recherches faites encore dans les vallées béarnaises permettent d'entrevoir l'existence d'habitations lacustres de l'âge de la pierre polie ensevelies non-seulement dans la tourbe, mais aussi sous plusieurs mètres d'épaisseur de débris meubles des pentes et d'alluvions récentes. L'étude de plusieurs îles artificielles faite sur divers cours d'eau, non-seulement de cette région, mais encore de la région pyrénéenne tout entière, permet de formuler ce fait.

» Les plaines formant les landes des plateaux supérieurs que l'on voit se relier d'un côté avec le plateau de Lannemezan, de l'autre avec les plaines élevées du Béarn, renferment également de fort nombreux bas-fonds marécageux, dans lesquels on a trouvé des quantités considérables de piquets, de poutres, de planches, de poteries, d'outils en fer : je poursuis activement l'étude de ces divers palafittes, de même que l'exploration des lacs encore remplis d'eau des plaines du Béarn, de Lourdes, etc.

» Dans la Haute-Garonne, dans l'Ariége, dans l'Aude et dans les Pyrénées-Orientales, les indices des mêmes genres d'habitations lacustres abondent. Les lacs de Saint-Pé, de Massat, d'Augat, des environs de Tarascon, du département de l'Aude, etc., les tourbières de diverses localités des quatre départements précédents, les alluvions même des vallées pyrénéennes de toute la chaîne, grâce aux objets en fer, en bronze et en pierre polie qu'on y a recueillis, permettent déjà de relier entre elles les découvertes du même genre, mais éparses, que j'avais faites jusqu'ici.

» Il faut ajouter que les pays dont je viens de signaler les habitants antéhistoriques, sont couverts, surtout vers l'ouest, de nombreux tumuli. M. le général de Nansouty et moi avons retrouvé dans ces tombeaux préhisto-

riques des objets qui ramènent à l'époque où l'on se servait des métaux et où l'on incinérait les morts.

» Je me résumerai en disant : les vallées pyrénéennes, ainsi que tout le bassin sous-pyrénéen, ont eu leurs peuples lacustres, occupant en même temps sans doute, et surtout à l'époque des métaux, une étendue de pays énorme entre la Méditerranée et l'Océan, depuis Bayonne et Dax jusqu'aux limites orientales des Pyrénées. Ces peuples ont été précédés dans l'occupation des lacs par d'autres populations qui ne connaissaient pas encore les métaux. Le pays qu'occupaient ces peuples est également couvert de tumuli. »

GÉOLOGIE. — *Soulèvements partiels; buttes de Saint-Michel-en-l'Herm.* Extrait d'une Lettre de **M. É.-S. Delidon** à M. de Quatrefages.

« La rencontre de deux lames qui se heurtent sur une plage produit une élévation d'eau plus ou moins forte qui forme, pour un instant, une digue liquide au sommet de laquelle flottent les objets qu'elles ont pu soulever. L'action des lames a une grande puissance, puisque l'obstacle qu'elles ne renversent pas immédiatement est miné ou poli par leur passage. Ne doit-on pas conclure de cela que, si une eau douce, arrivant avec une certaine force due à la pente du terrain, est subitement arrêtée par l'élévation des eaux de la mer au moment du flux, elle pressera et accumulera, entre elle et l'eau salée, les objets qu'elle aura entraînés et que cette même eau salée lui refoulera. C'est probablement là l'explication de la construction des buttes de Saint-Michel-en-l'Herm. Depuis leur formation, le temps a dû nécessairement en diminuer un peu les proportions; il y a eu des brisures ou coupures, formées par l'action des eaux douces sur les parties les moins fortement assises sur le sol; mais, en général, elles ont dû conserver leur forme primitive. Ce sont ces coupures qui, facilitant l'écoulement des eaux douces, ont permis à ces buttes curieuses de se conserver jusqu'à nous.

» Je pourrais citer un autre exemple tiré du rocher de Der, dans la commune de Marennes (Charente-Inférieure), où j'ai remarqué d'anciens bancs d'huîtres augmentés de la même manière par l'action des eaux douce et salée; mais la mise en culture d'une superficie de plusieurs hectares sur ce même rocher, pour des parcs à huîtres, a nécessité l'enlèvement de ces commencements de buttes.

» Je crois avoir expliqué, par les exemples qui précèdent, la formation

des buttes de Saint-Michel-en-l'Herm; mais comme j'ai démontré qu'elles étaient dues à l'action des eaux seulement, il est évident qu'elles n'ont pu être élevées au-dessus du niveau des plus fortes marées, et cependant ces buttes dépassent ce niveau de 8 à 13 mètres. On ne peut chercher l'explication de ce fait que dans un soulèvement du sol, dû sûrement à la composition du sol lui-même. Un bry presque blanc, très-pâteux, ayant dans certains endroits la malléabilité de la terre de pipe, et ayant, dans d'autres, le grain d'une pierre calcaire plus ou moins dure, a dû se gonfler par l'action des eaux salées et des eaux douces qui s'y infiltraient, tant par des crevasses naturelles que par des trous creusés par des êtres vivants. Je citerai, comme exemple de la croissance du bry ou banche, l'exhaussement du port de la Tremblade (Charente-Inférieure), qui, sans avoir jamais été envasé, ne peut plus recevoir d'aussi forts navires qu'autrefois; des marais salants de la commune de Dolus (île d'Oléron), dont il faut extraire, tous les vingt ans environ, une couche de pierre d'une assez grande épaisseur pour les maintenir au niveau des autres pièces. Je m'appuierai aussi de l'opinion non douteuse de M. Le Terme, sous-préfet de l'arrondissement de Marennes (Charente-Inférieure), en 1826, qui a vu lui-même les exemples que je viens de relater pour l'exhaussement du bry, et qui les a consignés dans son *Règlement général et Notice sur les marais de l'arrondissement de Marennes*. Il ajoute que « pour durcir la pierre calcaire ou banche, souvent très-molle » de ce pays, il suffit de l'exposer quelque temps à l'air, et ce n'est pas » aussi sans surprise que nous avons vu des morceaux de bry ou argile » de nos digues, à force d'être roulés par la mer, prendre la forme et la » fermeté des galets, et dans une enveloppe déjà pierreuse, nous offrir un » intérieur encore argileux! Si le secret de s'instruire est celui de douter, » nous ne craignons pas de soumettre cet aperçu à l'examen des natura- » listes. » On trouve encore des galets semblables sur les bords de la Sendre et à l'entrée du port de La Rochelle; il est donc très-facile de les étudier.

» J'ai voulu connaître *de visu* les causes de la croissance ou exhaussement du bry ou banche. J'ai expérimenté non-seulement le bry de La Tremblade, mais aussi celui de Saint-Michel-en-l'Herm : j'ai trouvé le premier assez mou (il avait été recueilli dans le port lui-même), tandis que le second était durci probablement par la privation d'eau salée; j'ai pétri l'un et l'autre, mais séparément, avec de l'eau salée, et j'ai placé chacun dans un vase non vernissé et poreux. J'ai remarqué que, en séchant, chaque bry se durcissait simplement et n'augmentait pas en volume, sa partie supérieure étant plutôt

au dessous du niveau des bords du vase. L'action de l'eau salée seule est donc nulle.

» Je ne me suis pas arrêté à cette expérience : j'ai pétri chaque bry, comme la première fois, avec de l'eau salée, et je l'ai arrosé légèrement avec de l'eau douce, avant qu'il fût sec; une enflure assez forte en est résultée, l'opération d'arrosage ayant duré six jours, et cette enflure n'a pas disparu en séchant. J'avais pratiqué quelques petits trous dans le bry, pour l'infiltration de l'eau, et j'ai pu constater que, sur une grande masse, une enflure considérable pourrait être obtenue. Vous avez donc eu raison de dire qu'il faut admettre des soulèvements locaux circonscrits pour expliquer la grande élévation, au-dessus du niveau des plus fortes marées, des buttes coquillières de Saint-Michel-en-l'Herm.

» Cependant, j'estime qu'il a fallu un travail de plusieurs siècles pour atteindre les dimensions connues.

» Je me résume donc ainsi :

» 1° Ces buttes ont été formées par l'action des eaux sur les lieux mêmes où les coquillages vivaient.

» 2° La hauteur de ces buttes n'a pu dépasser, dans leur formation, le niveau des eaux de la mer aux plus fortes marées.

» 3° Le bry ou banche croît et s'élève par l'action combinée de l'eau salée et de l'eau douce. C'est là sûrement la cause de la grande élévation de ces buttes au-dessus du niveau des plus hautes marées.

» J'ajouterai qu'il serait probablement possible de fixer très-sérieusement l'âge des buttes de Saint-Michel-en-l'Herm : en prenant la hauteur du niveau de la mer aux plus hautes marées sur le rivage voisin; en mesurant la hauteur exacte des buttes, et en examinant de combien elles dépassent ce niveau; en soumettant à l'expérience que je viens d'indiquer une certaine quantité de bry, rigoureusement pesée et mesurée, et en rapportant à des masses plus grandes les dimensions de l'enflure qui se serait produite. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Matériaux pour servir à l'histoire anatomique du Poisson lune* (Orthagoriscus mola). Note de **M. S. Jourdain**, présentée par M. É. Blanchard.

« Dans mes recherches sur la veine porte rénale, publiées en 1860, je n'ai point décrit la disposition de cet ordre de vaisseaux chez l'*Orthagoriscus mola*, faute d'avoir eu l'occasion de disséquer ce poisson. Un bel exemplaire, dont j'ai fait l'acquisition à Montpellier, m'a permis de combler cette

lacune et aussi d'ajouter quelques renseignements sur d'autres points de la structure de ce curieux Gymnodonte.

» Les reins occupent, comme à l'ordinaire, la voûte de la cavité abdominale, en dehors du sac péritonéal. Ils s'étendent depuis la partie la plus reculée de cette cavité jusque vers la région occipitale. Leur volume va croissant rapidement d'avant en arrière. Rejetés dans leur partie antérieure à droite et à gauche de la colonne vertébrale, ils arrivent, en se rapprochant graduellement l'un de l'autre, à recouvrir la face inférieure des vertèbres et enfin, dans leur portion renflée, à s'accoler intimement, sous forme d'une masse unique, brusquement tronquée en arrière.

» De la réunion des rameaux veineux de la nageoire caudale, naît un vaisseau unique, la veine caudale qui s'engage au-dessous de l'artère du même nom, dans le canal formé par les hémapophyses. Cette veine reçoit: 1° supérieurement, les branches neurapophysaires, constituées à leur origine par les rameaux de la nageoire dorsale; 2° inférieurement, les branches hémapophysaires, dont les rameaux de la nageoire anale forment le point de départ; 3° transversalement, les branches veineuses, qui reviennent des puissantes masses musculaires qui garnissent latéralement la région caudale.

» Parvenu dans la cavité abdominale, le tronc caudal se bifurque, et les deux branches nées de cette division s'enfoncent, l'une dans le rein droit, l'autre dans le rein gauche, en émettant dans l'épaisseur de la glande des branches qui vont se divisant et se subdivisant de plus en plus, et constituant en dernière analyse les racines du système afférent, autrement dit des cardinales postérieures. Les deux branches de bifurcation de la veine caudale, ou afférente principale, reçoivent dans leur trajet intrarénal plusieurs branches neurapophysaires, puis leur extrémité antérieure s'abouche à plein canal avec deux veines naissant de la région suspharyngienne et dont le calibre est assez considérable. De telle sorte que le système veineux afférent du rein, dans la partie que nous venons d'envisager, semble représenté par un vaisseau longitudinal à deux racines, l'une postérieure dans la région caudale, l'autre antérieure dans la région pharyngienne, et c'est, il faut le dire, physiologiquement parlant, l'expression de la vérité. Chacun des reins reçoit encore du sang veineux d'une veine dont les rameaux s'étendent sur une grande partie de la paroi interne de la cavité abdominale. Cette veine remonte en arrière de la cloison péricardique, puis gagne le bord externe du rein, dans lequel elle s'enfonce en émettant des rameaux et s'anastomosant en définitive avec la veine caudale afférente, de manière qu'une injection passe sans difficulté de l'un de ces vaisseaux dans l'autre

» La veine afférente ou cardinale postérieure ne présente rien d'intéressant à noter.

» En résumé, la circonscription des afférents du rein est très-étendue, et tout le sang des régions post-céphaliques du corps traverse cet organe avant de retourner au cœur.

» Une autre particularité digne de remarque nous a été fournie par l'examen du tube digestif. Il n'existe point, sur le parcours du canal alimentaire, de dilatation quelconque qu'on puisse comparer à un estomac. Depuis le pharynx jusqu'à l'anus, le canal digestif présente le même diamètre (1). Le seul repli valvulaire qu'on rencontre sur tout le trajet du canal, se voit à quelques centimètres de l'orifice anal, et il constitue une région rectale où séjournent les fèces. Les aliments paraissent donc parcourir le canal digestif d'une manière lente et graduelle, sans stationner en aucun point; cependant, l'aspect de la muqueuse semble indiquer quelques différences dans les fonctions dévolues aux diverses sections de ce canal, et il est probable que l'examen microscopique viendrait confirmer ces prévisions. Dans notre spécimen, dont la longueur totale était de $0^{m},70$, le tube digestif mesurait $2^{mm},65$.

» A la fin de ce travail j'ai joint quelques mesures prises avec soin sur l'exemplaire venu en notre possession, mesures qui, dans le cas présent, méritent quelque attention de la part du zoologiste classificateur. En effet Schneider a proposé la dénomination spécifique d'*oblongus* (*Ort. truncatus* de Fleming, *Brit. anim.*, p. 175, sp. 33) pour un *Orthagoriscus* qui paraît assez semblable au *Mola*, et en diffère surtout par une longueur plus grande du corps relativement à la largeur, ainsi qu'on peut en juger par une figure publiée dans les *British Fishes* de Bell, et qui est elle-même empruntée à Donovan. Quelques naturalistes ont soupçonné que ce changement dans les proportions relatives était un effet de l'âge, qu'il ne pouvait servir de base à une distinction spécifique valable, et ils penchaient à croire que les *Oblongus* n'étaient que de vieux individus du *Mola*.

» Bell, dans l'ouvrage que nous venons de citer, donne les proportions d'une Mole adulte, pêchée à Scarborough; elle mesurait 3 pieds 5 pouces anglais, du bout du museau à l'extrémité de la nageoire caudale; la largeur, dorsale et anale comprises, était de 4 pieds 6 pouces; le poids montait à 120 livres. Notre spécimen était d'une plus petite taille et d'un poids moins considérable, et il est digne de remarque que la longueur, envisagée rela-

(1) Une conformation analogue a été déjà indiquée par Cuvier chez les Balistes.

tivement à la largeur, est moindre que dans l'exemplaire anglais. De plus, un individu conservé dans le Muséum de la Société zoologique, le plus petit de ceux que Bell a eu l'occasion de voir et qui ne mesurait que 14 pouces de longueur, était moins long relativement que l'individu de Scarborough, ainsi qu'on le voit sans peine dans les figures que donne Bell de ces deux individus. Nous devons ajouter toutefois qu'une Mole dont le naturaliste anglais cite les dimensions, et dont le poids considérable semble indiquer l'âge avancé, était plus courte proportionnellement que l'exemplaire de Scarborough. Mais il pourrait se faire qu'une différence de poids ne correspondît pas toujours à une différence d'âge, et dépendît, par exemple, d'une simple différence de sexe. Il y aurait donc à tenir compte à l'avenir de cette dernière particularité, bien capable de modifier les proportions relatives de l'animal. Malheureusement l'état des organes génitaux de notre Mole ne nous a pas permis d'être fixés sur le sexe.

» Toutefois il me paraît y avoir des raisons de supposer que le corps de la Môle s'allonge avec l'âge ; mais nous penchons à croire que cet allongement relatif ne va jamais jusqu'à lui donner les proportions de l'*Ort. oblongus*. Tous les individus de cette dernière espèce que l'on a eu l'occasion de voir paraissaient avancés en âge; néanmoins, si l'on se reporte à une Note publiée par M. Couch, dans le sixième volume des *Annals of Natural History*, on remarquera qu'il y décrit un spécimen de 22 pouces anglais de longueur, qui, par conséquent, ne peut être considéré comme un vieil individu, et qui cependant offrait les proportions relatives rencontrées chez l'*Ort. oblongus*.

» D'ailleurs, si l'on s'en rapporte à la figure de Donovan, la forme des nageoires pectorales et l'insertion suivant une ligne sinueuse de la nageoire caudale de cette dernière espèce viendraient à l'appui de ceux qui veulent y voir un type indépendant de l'âge.

Mesures prises sur le Poisson lune dont il est question dans cette Note.

	m
Longueur totale	0,700
Largeur dorsale et anale comprises	1,030
Largeur du corps seul	0,042
Longueur de la nageoire pectorale	0,105
Longueur de la nageoire caudale	0,080
Distance du bout du museau au centre de l'œil	0,110
Distance du bout du museau à l'orifice externe de la cavité branchiale	0,220
Distance du bout du museau à la base de la nageoire pectorale	0,235
Largeur du lobe cutané qui recouvre l'orifice branchial extérieur	0,020

Distance qui sépare le bout du museau de l'orifice nasal antérieur......	m 0,050
Largeur de l'anse cutanée qui sépare les deux orifices nasaux..........	0,003
Distance de l'ouverture anale au bord antérieur de la nageoire du même nom..	0,045
Distance de l'orifice anal à l'orifice uro-génital.....................	0,025. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'apparition d'étoiles filantes attendue en novembre.* Note de **M. Chapelas.**

« Sachant combien l'Académie s'intéresse à cette grande question des étoiles filantes, j'avais espéré pouvoir lui fournir une relation détaillée de l'apparition de novembre; malheureusement, les résultats obtenus ont été complétement négatifs.

» En effet, dans la nuit du 12 au 13 novembre, par un ciel légèrement vaporeux, mais cependant très-propice pour cette étude, et pendant une opération qui n'a pas duré moins de neuf heures consécutives, le nombre des météores enregistrés a été tellement faible, qu'il nous a paru insignifiant et sans intérêt de les discuter. Les rattacher au grand phénomène de 1799, 1833 et 1867 nous eût même semblé téméraire.

» Espérant un moment que le phénomène pourrait peut-être se manifester le lendemain, nous attendions avec impatience la soirée du 13 au 14; mais cette fois, un ciel nuageux, un brouillard assez intense nous déroba une apparition qui, évidemment, dans ces conditions eût pu nous échapper, mais qui, en réalité, ne s'est pas produite, à en juger par les résultats obtenus durant les rares éclaircis.

» A notre avis, sur notre horizon, il n'y a pas eu de maximum. Peut-être a-t-on pu le constater sur d'autres points; quoi qu'il en soit, les chiffres publiés par quelques observateurs ne constituent pas une apparition extraordinaire. Ce résultat, qui pourrait sembler singulier, n'a rien qui doive étonner; on sait en effet, par nos travaux antérieurs, que l'apparition de novembre n'a rien de régulier, et que si l'on construit une courbe en prenant pour ordonnées les nombres horaires moyens obtenus chaque année depuis 1833 par exemple, cette courbe présente des sinuosités très-brusques et très-accidentées ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Histoire des observations relatives à l'action des conjonctions écliptiques sur les éléments du magnétisme terrestre.* Note de **M. Moise Lion**, présentée par M. Le Verrier.

« Dans une Note présentée par M. Le Verrier à la séance du 28 août (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 574), M. Diamilla-Müller annonce que le gouvernement italien va faire publier le détail d'observations magnétiques exécutées en Sicile, à Naples, à Florence, à Bologne et à Gênes pendant la durée de l'éclipse de Soleil du 22 décembre 1870, desquelles il résulte que la marche des variations diurnes a été intervertie pendant la durée de la totalité, et que l'amplitude de ces variations a diminué à mesure que l'on s'éloignait de la ligne de la totalité. M. Diamilla-Müller fait remarquer, à la fin de cette Communication, qu'avant de formuler une conclusion sur un phénomène aussi important, il convient de vérifier s'il se répète dans les mêmes conditions pour d'autres éclipses de Soleil.

» A l'appui de cette sage réserve, et aussi dans l'intérêt de la vérité historique en ce qui concerne ces recherches, j'ai l'honneur de rappeler à l'Académie un ensemble de faits se rattachant à ce sujet, et qui sont consignés dans les *Comptes rendus*.

» Le 15 mars 1847 le signataire de cette Notice, Moïse Lion, alors professeur au collége de Beaune, adressait à l'Académie des Sciences un Mémoire intitulé : *Magnétisme terrestre ou Nouveau principe de Physique céleste*, où l'auteur annonçait que la force directrice du globe variait probablement pendant les éclipses de Soleil (1).

» Il puisait cette opinion dans les résultats que lui avait fournis la discussion de toutes les variations périodiques bien déterminées des divers éléments du magnétisme terrestre, déclinaison, inclinaison, intensité et aurores boréales, résultats exprimés dans cette proposition :

» *Le Soleil agit sur la Terre comme un aimant sur un globe de fer, c'est-à-dire comme un solénoïde colossal sur un corps magnétique; son action directe et simultanée sur notre globe et sur l'aiguille aimantée produit les principales ou plutôt toutes les variations périodiques du magnétisme terrestre* (2).

---

(1) *Voir* la note au bas de la page 202 du tome XXXII des *Comptes rendus*.

(2) Cette proposition, peu modifiée, fut reproduite, le 29 mai 1855, dans une Lettre du R. P. Secchi, sur l'influence magnétique du Soleil, insérée dans le journal *la Science*, et le 11 septembre ce journal publia une Lettre où M. Moïse Lion rappelait avoir publié cette proposition dans le Mémoire remis à l'Académie, le 15 mars 1847, puis dans un travail sur les aurores polaires, publié par la *Presse* du 20 septembre 1853.

» Quatre années plus tard, pendant la durée de l'éclipse de Soleil visible dans sa totalité à Dantzig (le 28 juillet 1851), M. Lion fit osciller une aiguille aimantée à Beaune et trouva que le nombre des oscillations, qui n'était que de $31 \frac{1}{2}$, puis 32, avant l'éclipse totale, s'éleva à 33 pendant la conjonction, puis redescendit à 32 et $31 \frac{1}{2}$. Il envoya ce résultat à l'Académie; M. Arago, attribuant les variations à des courants d'air produits par l'action du Soleil, n'inséra les détails de l'expérience et le nombre des oscillations que lorsque M. Lion, assisté de deux collègues, eut refait l'observation pendant l'éclipse (invisible en Europe et visible dans l'Océanie, entre le cap Horn et le cap de Bonne-Espérance) du 21 janvier 1852, et trouvé encore une augmentation de l'intensité magnétique du globe.

» Le 17 juin suivant, des observations furent faites à l'Observatoire de Paris et aussi à Beaune : les résultats furent négatifs, comme l'annonça le Rapport de M. Arago inséré dans les *Comptes rendus* du 14 mars 1853, et il n'y eut plus d'autre vérification faite cette année; enfin, pendant l'éclipse du 6 juin 1852, des observations comparatives eurent lieu à Paris et à Beaune, et cette fois les résultats furent discordants. L'Académie ne s'occupa plus de la question; mais, dans la séance du 11 juin 1853, elle accusa réception d'un document envoyé par M. Lion, à ce sujet, et d'une Note de M. de Cuppis relative à des observations faites sur le même sujet par trois savants, dont l'un était à Florence et dont les dëux autres se trouvaient à Urbino, l'éclipse étant invisible à Paris et visible dans les Marquises.

» Si l'on ajoute à ces faits les observations faites par M. Wolf, de l'Observatoire de Berne, sur une concordance remarquable entre le nombre des taches solaires et certaines variations du magnétisme terrestre; des recherches faites par M. Lion, dans les Recueils des observations magnétiques faites dans diverses stations d'Europe et d'Asie et publiées par le gouvernement russe ; enfin les récentes observations communiquées par M. Müller, on aura l'historique complet de ces recherches au sujet desquelles M. Lion, à qui en revient l'initiative, pense, comme M. Müller, que de nouvelles observations sont nécessaires, soit que certaines conjonctions écliptiques produisent le phénomène et que d'autres ne le produisent pas, soit qu'il affecte certains méridiens, d'après des relations encore inconnues. »

M. Le Verrier, en communiquant la Note précédente de M. Lion, dit que lorsqu'il eut l'honneur de présenter à l'Académie l'article de

M. Diamilla-Müller, auquel se réfère M. Lion, il rappela que la question n'était pas nouvelle, qu'on avait affirmé, puis nié l'influence des éclipses de Soleil sur la boussole et que la question était restée en suspens.

ASTRONOMIE. — *Formules pour le calcul des orbites des étoiles doubles.* Note de **M. de Gasparis**, présentée par M. Le Verrier.

« Je suppose que l'on ait réduit, par la méthode de Herschel (*voy.* vol. V, *R. A. S.*), six positions pour des époques équidistantes, et j'appelle φ_1, $\varphi_2, \ldots, \varphi_6$ les angles de position, et $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_6$ les distances. Soit m_{rs} l'aire triangulaire décrite sur le plan de projection et comprise entre les distances ρ_r, ρ_s, l'on aura

$$m_{rs} = \tfrac{1}{2}\rho_r \rho_s \sin(\varphi_s - \varphi_r).$$

» Or j'ai trouvé qu'en développant les aires n_{rs} décrites sur le plan de l'orbite, en fonction du rayon vecteur et de ses dérivées, en comprenant les termes multipliés par les sixièmes puissances du temps, l'on a, pour trouver les rapports des rayons vecteurs r_2, r_3, r_4, les équations :

$$\frac{r_2^3}{r_3^3} = \frac{42 m_{2,3} - 50 m_{3,4} - 6 m_{4,5} - 18 m_{2,4} + 13 m_{3,5} - 11 m_{4,6} + 40 m_{5,6} + 2 m_{2,5}}{42 m_{1,2} - 50 m_{2,3} - 6 m_{3,4} - 18 m_{1,3} + 13 m_{2,4} - 11 m_{3,5} + 40 m_{4,5} + 2 m_{1,4}},$$

$$\frac{r_3^3}{r_4^3} = \frac{42 m_{4,5} - 50 m_{3,4} - 6 m_{2,3} - 18 m_{3,5} + 13 m_{2,4} - 11 m_{1,3} + 40 m_{1,2} + 2 m_{2,5}}{42 m_{2,3} - 50 m_{3,4} - 6 m_{4,5} - 18 m_{2,4} + 13 m_{3,5} - 11 m_{4,6} + 40 m_{5,6} + 2 m_{2,5}}.$$

» Ces rapports étant connus, le calcul direct des éléments s'accomplit promptement, comme on sait.

» Les numérateurs et les dénominateurs des seconds membres sont des quantités de troisième ordre. Par cette circonstance, et dans le but de corriger en partie les erreurs dont la courbe même de Herschel doit être affectée, j'ai adopté six positions au lieu de quatre, qui étaient suffisantes.

» Le Mémoire relatif à ce travail, avec les développements nécessaires, paraît dans les *Atti* de l'Académie des Sciences de Naples. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Aurore boréale du* 9 *novembre; observations faites à Brest.* Note de **M. Tarry**, présentée par M. Le Verrier.

« L'aurore boréale a commencé à Brest à $10^h,25$ (heure de Paris). Une lueur d'un blanc mat très-vif apparut dans la région nord, s'étendant vers le nord-ouest; elle était à peu près parallèle à l'horizon, dont elle était séparée par une zone obscure. A travers cette lueur, plusieurs étoiles brillaient

avec un éclat inaccoutumé; le milieu était occupé par une bande lumineuse de couleur jaune citron, d'une largeur d'environ $\frac{1}{2}$ degré, s'élevant verticalement depuis l'horizon, sous lequel elle paraissait se prolonger, jusqu'au centre de l'apparition lumineuse, dans laquelle elle se perdait. Son intensité allait constamment en décroissant avec la hauteur, qu'on peut limiter approximativement à 30 degrés. C'est sous cet aspect que le phénomène est apparu à M. Sureau, directeur du Bureau télégraphique de Brest, en même temps qu'il s'apercevait des perturbations éprouvées par les appareils électriques. La couleur de la nuée lumineuse passa du blanc à l'orangé, puis au rouge vif, de manière à faire croire à un incendie, si les nuages qui se projetaient en noir d'une manière tranchée sur ce fond rouge n'avaient montré que le foyer lumineux avait son siége au-dessus d'eux et non audessous.

» M. de Kermarec, directeur de l'Observatoire de la Marine à Brest, qui observa également l'aurore boréale à cette heure, remarqua une sorte d'arc-en-ciel vert au-dessous de la bande rouge, et constata que le phénomène s'étendait du nord au nord-nord-ouest. On n'a pas remarqué de mouvement oscillatoire; au bout d'une demi-heure, le phénomène disparut assez brusquement.

» Ce qui distingue l'aurore boréale du 9 novembre, c'est l'énergie des phénomènes magnétiques qui l'ont accompagnée, et que M. Chailly, employé, chargé du service de nuit au Bureau télégraphique de Brest, a observés avec beaucoup de soin.

» Il résulte des indications constatées au procès-verbal des 9 et 10 novembre, que c'est à $10^h 25$ (heure de Paris) que ces phénomènes ont été observés à Brest pour la première fois, sur le fil n° 273, reliant directement Brest à Paris.

» Le poste de Paris s'était plaint, il est vrai, d'un courant continu qui l'avait dérangé dans ses transmissions de midi à midi et quart, dans la journée du 9, mais ce courant n'avait pas été sensible à Brest.

» Au contraire, on observa parfaitement ce courant continu au commencement même de l'aurore boréale, de $10^h 25^m$ à $10^h 32^m$, et il reprit à $10^h 38^m$, avec diverses intermittences, jusqu'à minuit.

» A ce moment, il y eut une période de calme d'environ une demi-heure, pendant laquelle on put passer plusieurs dépêches; puis le courant continu reprit de $12^h 30^m$ à $12^h 45^m$: des courants intermittents, d'une minute de durée, furent observés de $1^h 15^m$ à $1^h 45^m$, et ensuite les courants devinrent plus forts et plus persistants.

» A $3^h 30^m$, ces courants persistants devenaient de plus en plus fréquents, et l'aimantation qu'ils produisaient était tellement puissante que la palette de l'appareil Hugues était complétement adhérente aux bobines, et qu'il fallait déployer une très-grande force musculaire pour rompre cette adhérence.

» Dans la seconde partie de la nuit, après $2^h 30^m$, les décharges électriques étaient beaucoup plus fortes que dans la première; elles commençaient généralement par des secousses extrêmement violentes, qui faisaient résonner la sonnerie avec un bruit assourdissant, puis elles diminuaient progressivement jusqu'à ce que le battant ne fît plus que des oscillations sourdes, n'atteignant pas jusqu'au timbre, et elles reprenaient, à la fin, l'énergie primitive qui avait signalé leur apparition. C'étaient, en quelque sorte, des *ondes magnétiques* dont la durée variait de quinze à vingt secondes; ces ondes marquées par des périodes alternatives de force extrême et de ralentissement, se succédaient sans interruption, pendant deux à trois minutes, de manière à former des périodes distinctes, composées chacune de plusieurs ondes. M. Chailly, qui a été témoin de ces phénomènes, et qui avait déjà eu occasion de constater des perturbations sur les appareils télégraphiques lors des précédentes aurores boréales, n'avait jamais observé des phénomènes d'une aussi remarquable intensité.

» Dès qu'on attaquait le poste de Paris, le 10 au matin, au milieu de la transmission il arrivait une décharge très-violente, et l'adhérence de la palette se manifestait aussitôt par suite de la superposition de l'aimantation développée par le courant terrestre à celle de l'appareil; d'autres fois, au contraire, le courant terrestre annulait celui envoyé par l'appareil, et empêchait la transmission. Les appareils de Brest envoyaient un courant négatif et ceux de Paris un courant positif; le courant magnétique positif était beaucoup plus fréquent que le courant magnétique négatif, car il y avait beaucoup plus d'adhérences que d'isolements.

» C'est surtout de $3^h 30^m$ à 5 heures que les ondes magnétiques ont été observées; dans cet intervalle, elles interrompaient à chaque instant la transmission des dépêches; c'est seulement à 8 heures du matin que ces dérangements ont pris fin. Toutes ces heures sont celles de Paris.

» Un fait remarquable et parfaitement établi, c'est que, tandis qu'on observait ces phénomènes sur le fil direct de Brest à Paris, il ne se produisait aucun courant, à partir de minuit, sur la ligne aérienne de Brest à Rennes, qui est supportée par les mêmes poteaux; cette ligne avait été seulement affectée avant minuit par des courants fréquents, mais de peu de durée.

» La ligne de Brest à Nantes, qui bifurque sur la première à Landerneau, n'a reçu qu'une décharge unique vers 2 heures du matin, produisant un simple contact très-fort et instantané.

» Sur les lignes courtes allant à Morlaix, Saint-Renan, Quimper, Saint-Brieuc, aucune influence et aucun contact n'ont été observés.

» La position exceptionnelle de Brest, point d'attache du câble transatlantique, permettait de recueillir de précieux renseignements sur ce qu'avaient éprouvé les lignes maritimes. Sir Andrews, esquire, directeur de la station de Brest pour la Compagnie américaine transatlantique, a bien voulu mettre à ma disposition ses registres d'observations.

» Sur les deux lignes de Brest à Londres par Brignogan et Falmouth, et de Brest à Dunburg (Amérique) par Saint-Pierre, on n'a pu travailler, à cause de la construction spéciale des lignes, qui sont établies de manière à se décharger elles-mêmes à l'aide de fils d'atterrissement partant de chaque poteau, et qui forment autant de paratonnerres; les courants terrestres ne se font ainsi sentir que par induction, en produisant seulement une augmentation ou diminution d'intensité.

» Dans la nuit du 9 au 10, la variation d'intensité a été de 3 à 5 éléments Minotto en quelques secondes; le registre porte en marge « *great variation* » *potential* ». Tous les soirs, à $7^h 30^m$, l'intensité du courant terrestre est mesurée avec l'électromètre sur le câble transatlantique à Brest et à Saint-Pierre; en temps ordinaire, elle varie de 2 à 8 éléments Minotto; le 10, elle est montée jusqu'à 40. Voici les chiffres de cette intensité d'après les variations :

	A Brest.	A Saint-Pierre.
Le 7 novembre....	2,2	3,7
8 novembre....	de 1,9 à 2,3	5,2
9 novembre....	»	33,0
10 novembre....	de 6 à 20	40,0

» Toutes les lignes de la Compagnie américaine *West Unionen* ont été interrompues ou entravées par les courants terrestres. L'aurore boréale a été visible, en Amérique, le 9 au soir et le 10 au soir. Sir Andrews a bien voulu demander des renseignements sur ce point de l'autre côté de l'Atlantique; ils sont consignés dans la Note ci-jointe :

« Le 9 novembre, à 3 heures du soir (heure de Saint-Pierre, environ 7 heures de Paris), j'observai sur les deux câbles de forts courants terrestres variant de 40 à 50 éléments.

» Au crépuscule, on vit l'aurore boréale s'étendant de l'ouest au nord-est; elle brillait, principalement au nord-ouest, d'un feu rougeâtre, bordé de bandes blanches brillantes, s'élevant de l'horizon comme des fusées, et arrivant jusque au-dessus de nos têtes. Ceci

s'est vu jusqu'à 1 heure du matin, mais a probablement duré toute la nuit. Les lignes de Terre-Neuve étaient interrompues par l'électricité atmosphérique.

» Le 10, les courants terrestres étaient à peu près de même force. Le soir, le ciel était nuageux, mais l'aurore a encore été visible à intervalles, comme la nuit précédente. »

M. Le Verrier, en présentant à l'Académie cette Note de M. Tarry, ajoute les observations suivantes :

« Le R. P. *Denza*, directeur de l'Observatoire de Moncalieri, écrit, de son côté, qu'on a vu en Piémont trois aurores boréales, pendant les nuits des 2, 9 et 10 novembre.

» Dans la nuit du 15, M. *Garibaldi*, directeur de l'Observatoire de Gênes, a constaté un nouveau phénomène auroral. »

De ces observations, M. Le Verrier croit devoir rapprocher la remarque faite, à diverses reprises, par M. Ch. Sainte-Claire Deville, d'une coïncidence entre le phénomène du passage de l'essaim d'étoiles filantes de novembre et celui de l'apparition d'aurores boréales. M. Deville a eu soin de constater, dans cette séance même, que cette coïncidence vient encore de se reproduire cette année.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux.* Extrait d'une lettre de **M. A. Pöey** à M. Élie de Beaumont.

« Depuis l'année 1861, le général Pleasonton se livre à des expériences très-curieuses sur le développement des végétaux et des animaux, sous l'influence de la lumière transmise par des verres violets. En avril 1861, des boutures, à ras du sol, de vignes d'un an, de la grosseur d'environ 7 millimètres, de trente espèces différentes de raisin, furent plantées dans une serre garnie de verres violets. Quelques semaines après, les murs, jusqu'au toit, étaient déjà couverts de feuillage et de branches. Au commencement de septembre de la même année, M. Robert Buist visita les vignes du général, et, après un examen minutieux, il lui avoua que, « dans quarante » ans d'expérience acquise dans la culture de la vigne et d'autres plantes, » en Angleterre et en Écosse, il n'avait jamais vu une croissance aussi prodigieuse. »

» Les vignes du général n'avaient alors que cinq mois de croissance, et cependant elles mesuraient déjà 45 pieds en longueur sur 1 pouce de diamètre, à un pied au-dessus du sol. Au mois de septembre de l'année sui-

vante, quand les grappes commençaient à se colorer et à mûrir, M. Buist revint le visiter et estima que les vignes portaient 1200 livres de raisin. Le général Pleasonton remarque qu'une vigne provenant d'une jeune pousse exige cinq à six ans pour produire une seule grappe de raisin, tandis que sous l'influence des rayons violets, dès la seconde année, cette vigne, âgée seulement de dix-sept mois, a pu donner un résultat aussi remarquable. La deuxième année, en 1863, les vignes produisirent encore à peu près dix tonneaux de raisin, exempt de toute maladie. Dès la première année, quelques vignerons avaient prédit que ces vignes s'épuiseraient rapidement par cette production luxuriante : les vignes ont continué, depuis neuf ans, à fournir la même récolte, avec une nouvelle pousse de bois et de feuillage non moins extraordinaire.

» Encouragé par ce succès, le général répéta ses expériences sur des cochons. Le 3 novembre 1869, il plaça trois petites truies et un verrat dans un compartiment dont le toit était couvert de verres violets, et trois autres truies et un verrat dans un autre compartiment garni de verres blancs. Les huit cochons étaient âgés d'environ deux mois : le poids total des quatre premiers était de 167 livres et demie; celui des quatre autres, de 203 livres. Ils furent tous soignés par la même personne, avec la même nourriture, en qualité et en quantité semblables, et aux mêmes heures. Le 4 mai 1870, en pesant les six truies, on obtint les résultats suivants :

	Sous les verres violets.	Sous les verres blancs.
3 novembre 1869.............	122 livres.	144 livres.
4 mars 1870.................	520 »	530 »
Augmentation.........	398 »	386 »

» Les animaux placés sous les verres violets pesaient 12 livres de plus que ceux qui avaient été placés sous les verres blancs; en tenant compte des 22 livres que les premiers avaient en moins au commencement, on trouve une différence d'accroissement de 34 livres. La comparaison des deux verrats fournit à peu près le même résultat.

» Un jeune taureau Alderney, né le 26 janvier 1870, tellement malingre, qu'il semblait ne pouvoir pas être élevé, fut placé sous les verres violets. Au bout de vingt-quatre heures, un changement sensible avait déjà eu lieu : l'animal s'était relevé, se promenait et prenait lui-même sa nourriture; au bout de quelques jours, la faiblesse avait complétement disparu. On le fit mesurer le 31 mars, deux mois et cinq jours après sa naissance ; le 20 mai suivant, cinquante jours après, il avait grandi de six pouces.

» Le 1[er] avril de cette année, à l'âge de quatorze mois, le taureau est un des plus beaux types que l'on puisse trouver.

» On voit que, sans avoir eu connaissance des recherches poursuivies par Robert Hunt, de 1840 à 1847, sous le patronage de l'Association Britannique pour l'avancement des Sciences, le général Pleasonton est arrivé aux mêmes conclusions pratiques que ce savant. Dans mon premier Rapport au département de l'Agriculture de Washington *Sur l'influence des agents climatériques, atmosphériques et terrestres en agriculture*, publié en 1869, j'ai analysé tous les travaux qui ont été faits à l'égard de l'action de la lumière sur les végétaux. Plusieurs passages de Hunt confirment les expériences du général Pleasonton; on y trouve, par exemple, que, si les jeunes plantes poussent sous l'influence des rayons bleus, elles acquièrent une surabondance et une apparence bien supérieures à celles qui seraient soumises à d'autres influences ou à la lumière blanche uniquement; d'où il recommande l'usage des milieux bleus dans la plantation des boutures, qui ont pour effet d'augmenter le développement des racines. Déjà quelques jardiniers, sans connaissance de cause, ont employé avec succès des verres bleus de cobalt. On sait, du reste, depuis Messe, Ingenhousz, Senebier, Michellotti et autres, que les rayons lumineux sont nuisibles à la germination, tandis que les rayons chimiques la favorisent considérablement. Ce sont précisément les rayons violets, dont le général a fait usage, qui renferment le maximum d'action chimique de toutes les couleurs du spectre solaire. Quant à l'application de cette méthode au développement des animaux, je n'ai jamais trouvé aucune expérience de cette nature (1). »

M. **Jobert** adresse une Note, accompagnée d'une planche, concernant une « pile thermo-solaire, avec réflecteur mû par le soleil lui-même ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

M. É. **Robert** adresse, à propos d'une Communication récente de *M. Serres*, une Lettre relative à un procédé proposé et expérimenté pendant le siége de Paris, pour la transmission des dépêches.

Cette Lettre sera soumise, comme la Note de M. Serres, à l'examen de M. Belgrand.

---

(1) Cette Lettre de M. A. Poëy est accompagnée d'une brochure de M. A.-J. Pleasonton, imprimée en anglais, et portant pour titre « Influence de la couleur bleue du ciel sur le développement de la vie animale et végétale ».

« M. **Chasles**, en présentant à l'Académie les numéros d'avril, mai et juin du *Bullettino* de M. le prince Boncompagni, dit : j'ai hâte de signaler une Note rectificative du savant professeur de l'université de Rome, M. Chelini, relative à une question de priorité sur laquelle une erreur m'a échappé. En parlant d'un Mémoire de notre confrère, M. de Saint-Venant, *Sur les lignes courbes non planes*, inséré dans le *Journal de l'École Polytechnique*, XXXe cahier, 1845, j'ai ajouté que M. Chelini avait fait usage des mêmes considérations dans plusieurs recherches concernant les lignes et les surfaces, et j'ai cité la *Raccolta scientifica* de 1849. Or, M. Chelini avait émis ses premières idées sur ce sujet dans son *Essai de Géométrie analytique*, formé de divers articles qui avaient paru en 1837 et 1838 dans le *Giornale Arcadico*, et s'en était servi aussi dans une *Note sur la courbure des lignes et des surfaces*, en 1845. Je n'avais pas souvenir de ces écrits de M. Chelini quand j'ai parlé, un peu trop à la hâte, de l'important ouvrage de notre confrère; je le regrette d'autant plus vivement que l'éminent géomètre de Rome cite toujours avec un empressement bien louable les auteurs chez lesquels il trouve des traces qui se rapportent à ses propres travaux. C'est ainsi particulièrement que le nom de M. Bertrand se trouve plusieurs fois dans sa Note de 1845, *Sur la courbure des lignes et des surfaces*, Note citée, de même que les résultats de M. Bertrand, par M. O. Bonnet dans son *Mémoire sur la théorie générale des surfaces* (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXIIe cahier, 1848).

» A la suite de la rectification de M. Chelini, se trouvent deux *Notices sur quelques écrits imprimés, et restés inconnus, de Domenico-Maria Novarra, de Ferrare, Notices communiquées, à la demande du prince Don Balthazar Boncompagni, à la réunion de la Société copernicenne des Sciences et des Arts de Thorn en 1870, par M. Maximilien Curtz.* Ces deux Notices sont accrues de nombreuses notes historiques et bibliographiques de M. Boncompagni. Les livraisons de mai et juin du *Bullettino* sont consacrées à un très-savant et intéressant Mémoire de notre confrère de l'Académie des Inscriptions, M. Th.-Henri Martin, *Sur des instruments d'optique faussement attribués aux anciens par quelques savants modernes.* »

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 novembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Notes sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonnèche; par M. L. ÉLIE DE BEAUMONT. Paris, 1871; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

Manuel pratique et élémentaire d'analyse chimique des vins, par M. E ROBINET fils; 2e édition. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

Lettre à M. le général Trochu : La vérité sur la poste pendant le siége. Paris, 1871; br. in-8°.

Essai de tératologie taxinomique ou des anomalies végétales; par M. D. CLOS. Toulouse, 1871; br. in-8°.

Les eaux de l'Allemagne du Nord et celles de France : Examen comparatif de leurs propriétés et de leur action thérapeutique; par M. ROTUREAU. Paris, sans date; in-8°. (Présenté par M. S. Laugier.)

Mémoires et débats sur les grands principes des sciences physiques; par M. E. MARTIN (de Vervins); 2e liv. Paris, sans date; in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; t. VII, avril-décembre 1870. Paris, 1870; in-8°.

Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles publiées par la Société des Sciences à Harlem, et rédigées par M. E.-H. VON BAUMHAUER; t. V, liv. 4 et 5; t. VI, liv. 1, 2, 3. La Haye, 1870-1871; 5 liv. in-8°.

Archives du Musée Teyler; t. III, fascicule 2. Harlem, 1871; in-4°.

On the influence of the blue color of the sky in developing animal and vegetable life, as illustrated in the experiments of gen. A.-J. Pleasonton, between the years 1861 *and* 1871 *at Philadelphia.* Philadelphia, 1871; br. in-8°.

Synopsis of the contents of the British Museum, departement of greek and roman antiquities, bronze room. London, 1871; in-12.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 NOVEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes concernant les axes harmoniques des courbes géométriques, dans lesquels on considère deux séries de points qui se correspondent anharmoniquement sur une courbe unicursale; par* **M. Chasles.**

« J'appelle, pour abréger, *unicursale* (*) une courbe dont les points se déterminent individuellement, expression proposée par M. Cayley. C'est sur une telle courbe que l'on forme deux séries de points se correspondant anharmoniquement, au moyen de deux faisceaux de courbes qui se correspondent elles-mêmes.

» Les théorèmes dont il s'agit se spécifient sous trois points de vue : ils se rapportent tous aux axes harmoniques d'une ou de plusieurs courbes; il y entre toujours une courbe unicursale sur laquelle on considère deux

(*) Toutefois, si cette expression doit indiquer que la courbe se décrit d'un seul trait, il semble qu'il se présenterait une objection, le cas des points *conjugués*. Ainsi, par exemple, la courbe du troisième ordre à point double se décrit d'un seul trait, mais non la courbe à point conjugué, quoique les points s'y déterminent individuellement.

séries de points a et a' qui se correspondent anharmoniquement; ils se démontrent tous par le *Principe de correspondance*, dont ils offrent des applications extrêmement variées, tandis que la plupart offriraient tout au moins de grandes complications de calculs aux méthodes analytiques.

» Ces théorèmes font suite à ceux que j'ai donnés, dans une Communication antérieure, sur le même sujet des *axes harmoniques* (*), et s'y rattachent par une considération fort simple. Dans ces premiers, relatifs aux axes harmoniques d'une courbe U_m, dont les pôles sont des points d'une courbe $U_{m'}$, ces points entrent, en général, deux fois dans l'énoncé d'un théorème. Dans le suivant, par exemple : *La tangente en chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *coupe l'axe harmonique de ce point, relatif à la courbe* U_m, *sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)+n'$, le point a entre deux fois; il donne lieu d'abord à une tangente, puis à un axe harmonique. Qu'on lui substitue une fois le point a' qui lui correspondrait sur $U_{m'}$, supposée unicursale, on aura cette question : *La tangente en chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *coupe l'axe harmonique du point* a' *en un point dont on demande le lieu.* On trouve que ce lieu est une courbe de l'ordre $m'(m-1)+n'$, comme dans le théorème primitif, mais qui devient ici $m'(m-1)-2$, parce que $U_{m'}$ étant unicursale $n'=2(m'-1)$. Généralement, le procédé de démonstration conduit, comme dans cet exemple, à la même expression du résultat cherché, où l'on tient compte ensuite de cette circonstance, que la courbe $U_{m'}$ est unicursale; toutefois il y a des exceptions qui proviennent de solutions étrangères dans la démonstration; de sorte qu'il faut faire nécessairement une démonstration directe.

» Ce que nous disons des points qui interviennent deux fois dans l'énoncé d'un théorème doit s'entendre des droites aussi. Par exemple, dans ce théorème : *Si par les pôles des tangentes d'une courbe* $U_{m'}$, *considérées comme axes harmoniques de* U_m, *on mène des parallèles à ces tangentes, ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $n'm(m-1)$, chaque tangente sert à déterminer des pôles, puis des parallèles; on se proposera donc cette question : *Si par les pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$, *unicursale, on mène des parallèles à la tangente en* a', *quelle est la courbe enveloppe de ces parallèles?* Cette courbe est de la classe $2m(m-1)(m'-1)$.

» On conçoit qu'il se trouve, dans toutes les parties de la théorie des courbes, des théorèmes qui donnent lieu à des questions semblables, concernant des couples de points sur une courbe unicursale, au lieu de points

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 24 juillet 1871.

uniques sur une courbe quelconque. Mais il est aussi de nombreux théorèmes dans lesquels les couples de points ne peuvent pas être remplacés par des points uniques : ce sont ceux notamment où entre quelque condition relative aux cordes aa' elles-mêmes.

» Je vais réunir, comme exemple, dans un même énoncé de théorème, formé de trois parties, des conditions répondant aux diverses considérations qui précèdent sur ce genre de questions et la facilité de la méthode de démonstration qui s'y applique.

» Que l'on ait quatre courbes U_m, $U_{m'}$, $U_{m''}$, $U_{m'''}$, dont la seconde $U_{m'}$ est unicursale, et sur laquelle sont deux séries de points a, a' qui se correspondent anharmoniquement. On prend les axes harmoniques des points de $U_{m'}$ par rapport à U_m, et, si l'on a à considérer une droite comme axe harmonique, c'est encore comme axe harmonique de U_m.

» THÉORÈME. — *De chaque point* a *d'une courbe* $U_{m'}$ *unicursale on mène à une courbe* $U_{m''}$ *une tangente, laquelle rencontre une autre courbe* $U_{m'''}$ *en* m''' *points* α; *et de chacun de ces points on mène des droites aux pôles* p *de la corde* aa', *regardée comme axe harmonique d'une courbe* U_m :

» 1° *Ces droites* αp *enveloppent une courbe de la classe*

$$n''m'''(m-1)(m'm+m'-2);$$

» 2° *Elles rencontrent la corde* aa' *sur une courbe de l'ordre*

$$n''m'''(m-1)(3mm'-2m-m');$$

» 3° *Elles rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $n''m'''(m-1)(m'm^2-mm'+2m'-2)$.

» *Démonstration.* — 1° Une droite IX rencontre $U_{m'''}$ en m''' points α, d'où l'on mène $m'''n''$ tangentes de $U_{m''}$, lesquelles coupent $U_{m'}$ en $m'n''m'''$ points a; par les pôles des $m'n''m'''$ cordes aa', on mène $m'n''m'''(m-1)^2$ droites IU. Une droite IU passe par les pôles de $2(m'-1)(m-1)$ cordes aa'; par les points a on mène $2n''(m'-1)(m-1)$ tangentes de $U_{m''}$, qui rencontrent $U_{m'''}$ en $2n''m'''(m'-1)(m-1)$ points α, par lesquels on mène $2n''m'''(m'-1)(m-1)$ droites IX. Il existe

$$m'n''m'''(m-1)^2+2n''m'''(m'-1)(m-1)=n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$$

points x, qui coïncident chacun avec un point u correspondant. Donc ce nombre exprime la classe de la courbe cherchée ; ce qu'il fallait prouver.

» 2° Par un point x d'une droite L passent $2(m'-1)$ cordes aa'; par chaque point a on mène n'' tangentes de $U_{m''}$, et par les $n''m'''$ points α où

elles rencontrent $U_{m'''}$ on mène $n''m'''(m-1)^2$ droites αp aux pôles de la corde aa'; ce qui fait, à raison des $2(m'-1)$ points a, $2n''m'''(m'-1)(m-1)^2$ droites αp, qui coupent L en $2n''m'''(m'-1)(m-1)^2$ points u. Par un point u passent $n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$ droites αp, lesquelles coupent L en $n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$ points x. Il existe donc

$$2n''m'''(m-1)^2 + n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$$
$$= n''m'''(m-1)(3m'm-2m-m')$$

points x qui coïncident chacun avec un point u correspondant. Donc la courbe cherchée est de cet ordre. C. Q. F. P.

» 3° Par un point x d'une droite L passent $m'(m-1)$ axes harmoniques des $m'(m-1)$ points a, d'où l'on mène $n''m'(m-1)$ tangentes de $U_{m''}$, qui coupent $U_{m'''}$ en $n''m'''m'(m-1)$ points α, d'où partent $n''m'''m'(m-1)(m-1)^2$ droites αp, passant par les pôles des cordes aa', lesquelles coupent L en $n''m'''m'(m-1)^3$ points u. Par un point u de L passent $n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$ droites αp, appartenant à $n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$ cordes aa', et les axes harmoniques des points a coupent L en $n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$ points x. Il existe donc

$$n''m'''m'(m-1)^3 + n''m'''(m-1)(m'm+m'-2)$$
$$= n''m'''(m-1)(m'm^2-mm'+2m'-2)$$

points x qui coïncident chacun avec un point u correspondant. Ce nombre exprime donc l'ordre de la courbe cherchée. C. Q. F. P.

» Dans le théorème que nous venons de démontrer on a eu à chercher une courbe enveloppe de droites, et deux lieux géométriques. Mais le principe de correspondance s'applique avec la même facilité à des solutions en nombre déterminé, comme on l'a vu notamment dans la théorie des deux caractéristiques. Les questions relatives à une courbe unicursale en offrent de nombreux exemples. En voici un.

» THÉORÈME. — *Il existe sur une courbe unicursale* $U_{m'}$ $2m'(m'-1)(m-1)$ *points dont les axes harmoniques sont des cordes* aa'.

» *Démonstration.* — A un point a' correspond un point a; par ce point a passent $m'(m-1)$ axes harmoniques ayant chacun un pôle sur $U_{m'}$; ces axes harmoniques rencontrent $U_{m'}$ en $m'(m-1)(m'-1)$ points a'' qui correspondent au point a, et par conséquent au point a'. De même, par un point a'' passent $m'(m-1)$ axes harmoniques qui coupent $U_{m'}$ en $m'(m-1)(m'-1)$

points a, auxquels correspondent $m'(m-1)(m'-1)$ points a'. Il existe donc $m'(m-1)(m'-1)+m'(m-1)(m'-1)=2m'(m-1)(m'-1)$ points a'' qui coïncident chacun avec un point a'; et conséquemment il existe $2m'(m-1)(m'-1)$ cordes aa' qui, considérées comme axes harmoniques de U_m, ont un pôle sur $U_{m'}$. C. Q. F. D.

» On peut donner au théorème cet énoncé différent : *Il existe, sur une courbe unicursale* $U_{m'}$, $2m'(m'-1)(m-1)$ *points* a *tels, qu'un des axes harmoniques de* U_m, *ayant leurs pôles sur* $U_{m'}$ *et passant par le point* a, *coïncide avec les cordes* aa'.

» Ce résultat pouvait être prévu, car le lieu des pôles des cordes aa', considérées comme axes harmoniques, est d'ordre $2(m'-1)(m-1)$; mais il demandait une démonstration directe.

» Les théorèmes auxquels peut donner lieu cette théorie des axes harmoniques associés à une courbe unicursale $U_{m'}$ sont très-nombreux. Nous avons essayé de les classer par chapitres et paragraphes dont le sujet principal y est indiqué.

Chapitre I.

» On a deux séries de points a, a' qui se correspondent sur $U_{m'}$, et l'on considère les axes harmoniques de ces points relatifs à une courbe U_m, ainsi que les pôles des tangentes ou des normales de $U_{m'}$ prises pour axes harmoniques de U_m.

§ Ier. — *Théorèmes relatifs aux seuls points ou tangentes et normales de* Um'.

» 1. *Il existe, sur* $U_{m'}$, mm' *couples de points* a, a' *tels, que l'axe harmonique du point* a *passe par le point* a'.

» 2. *Il existe, sur* $U_{m'}$, $m'(m'-2)(m+1)$ *couples de points* a, a' *tels, que l'axe harmonique du point* a *passe par un des points d'intersection de la corde* aa' *avec* $U_{m'}$.

» 3. *Il existe, sur* $U_{m'}$, $m'm+m'-2$ *points* a *dont les axes harmoniques sont parallèles aux tangentes des points* a'.

» 4. *Il existe* $m'm+m'-2$ *points* a *dont les axes harmoniques sont perpendiculaires aux tangentes des points* a'.

» 5. *Il existe* $mm'+m'-2$ *points* a *dont les axes harmoniques sont parallèles aux cordes* aa'.

» 6. *Il existe* $m'm+m'-2$ *points* a *dont les axes harmoniques sont perpendiculaires aux cordes* aa'.

» 7. *Il existe* $5m' - 2$ *couples de points* a' *tels, que l'axe harmonique du point* a *passe par le point d'intersection des tangentes en* a *et* a'.

» 8. *Il existe* $m'm + 5m' - 5$ *couples de points* a, a' *tels, que l'axe harmonique du point* a *passe par le point d'intersection des normales en* a *et* a'.

» 9. *Il existe* $m'm + 4m' - 4$ *couples de points tels, que l'axe harmonique du point* a *passe par le point où la tangente en* a *coupe la normale en* a'.

» 10. *Il existe* $m'm + 4m' - 4$ *couples de points tels, que l'axe harmonique du point* a *passe par le point où la normale en* a *coupe la tangente en* a'.

» 11. *Il existe* $2m'(m' - 1)(m - 1)$ *cordes* aa' *qui ont un pôle sur* U_m.

» 12. *Il existe* $m'(m - 1)(3m' - 2)$ *cordes* aa' *dont la perpendiculaire menée par le point* a *a un pôle sur* $U_{m'}$.

§ 2. — *Où l'on considère la courbe enveloppe des axes harmoniques des points de* $U_{m'}$.

» 13. *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène une droite au point où l'axe harmonique de* a' *touche sa courbe enveloppe, cette droite enveloppe une courbe de la classe* $m'(2m - 1) - 2$.

» 14. *Si, par le point où l'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *touche sa courbe enveloppe, on mène une parallèle à la tangente en* a', *cette parallèle enveloppe une courbe de la classe* $2m'(m + 1) - 4$.

» 15. *Si, par le point où l'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *touche sa courbe enveloppe, on mène une perpendiculaire à la tangente en* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2(m'm - 2)$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $2m'(m + 1) - 6$.

» 16. *La normale au point de contact de l'axe harmonique du point* a' *de* $U_{m'}$ *avec sa courbe enveloppe rencontre la tangente du point* a' *sur une courbe de l'ordre* $m'(3m - 1) - 4$.

» 17. *L'axe harmonique d'un point* a *de* $U_{m'}$ *touche sa courbe enveloppe en un point* α : *l'axe harmonique de ce point* α *rencontre l'axe harmonique du point* a' *sur une courbe de l'ordre* $(m - 1)(2m'm - m' - 2)$.

» 18. *L'axe harmonique du point* a *de* $U_{m'}$ *touche sa courbe enveloppe en un point* α : *la droite* αa' *enveloppe une courbe de la classe* $2m'm - m' - 2$.

» 19. *Si, par le point* α *où l'axe harmonique du point* a *de* $U_{m'}$ *touche sa courbe enveloppe, on mène la perpendiculaire à la droite* αa', *cette perpendiculaire enveloppe une courbe de la classe* $4m'm - 3m' - 4$.

» 20. *Les droites menées du point* α *où l'axe harmonique du point* a *touche*

sa courbe enveloppe aux points où l'axe harmonique du point a' *coupe la courbe* $U_{m'}$, *enveloppent une courbe de la classe* m'(3m'm — 3m' — 2).

» **21**. *Les droites menées du point* α, *où l'axe harmonique du point* a *touche sa courbe enveloppe aux pôles de la tangente en* a', *enveloppent une courbe de la classe* 2(m — 1)[m'(m^2 + 4m — 2) — m].

» **22**. *Si, par le point* α *où l'axe harmonique du point* a *touche sa courbe enveloppe, on mène une parallèle à la corde* aa', *cette parallèle enveloppe une courbe de la classe* 2(m'm — 2).

» **23**. *Les axes harmoniques de deux points* a, a' *touchent leur courbe enveloppe en deux points* α, α' : *les cordes* $\alpha\alpha'$ *enveloppent une courbe de la classe* 2(2m'm — 2m' — 3).

» **24**. *Les cordes* aa' *de* $U_{m'}$ *rencontrent les cordes* $\alpha\alpha'$ *de la courbe enveloppe des axes harmoniques des points* a, a' *sur une courbe de l'ordre* 2(4m'm — m' — 4).

» **25**. *Si, du point* α *où l'axe harmonique de chaque point* a *touche sa courbe enveloppe, on abaisse une perpendiculaire sur la corde* aa' :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* 2(m'm — 2);

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'orde* 2(m'm + m' — 2).

» **26**. *La droite menée du point* α *où l'axe harmonique du point* a *touche sa courbe enveloppe au point où l'axe harmonique de* a' *coupe la corde* aa' *enveloppe une courbe de la classe* 3m'm — m' — 4. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Observations optiques et cristallographiques sur la montebrasite et l'amblygonite de Montebras (Creuse); par* M. **Des Cloizeaux**.

MONTEBRASITE.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 31 juillet dernier, quelques observations très-succinctes sur le nouveau fluophosphate d'alumine, de soude et de lithine, de Montebras (Creuse), pour lequel j'ai proposé le nom de *montebrasite*. Celles qui font l'objet de la présente Communication viennent compléter les premières et trancher la question du système cristallin dont la détermination était d'abord restée indécise.

» La montebrasite ne s'est encore rencontrée qu'en masses laminaires tantôt opaques et d'un blanc mat, tantôt plus ou moins translucides, transparentes même par places et légèrement teintées de violet. Ces masses ne possèdent que deux clivages s'obtenant à peu près avec la même facilité, mais donnant naissance à des surfaces ondulées et raboteuses, de sorte que

pour mesurer leur inclinaison, on doit en isoler de petites parties, le plus planes possible; mais, même en employant cette précaution, on n'y observe jamais de réflexion assez nette pour fournir des mesures bien rigoureuses, et c'est seulement en répétant ces mesures sur un grand nombre de fragments et en prenant leur moyenne que je suis arrivé à fixer assez exactement l'incidence des deux clivages à 105°44'. Une observation attentive montre, en outre, que la netteté des images réfléchies est ordinairement un peu plus grande sur une des surfaces clivées que sur l'autre, ce qui conduit à penser qu'elles n'appartiennent pas à deux plans cristallographiques de même espèce. Toutefois, la différence est si petite qu'elle ne peut être appréciée à première vue et encore moins être comparée à celle que j'ai signalée entre la face *p* (clivage nacré) et la face *m* (clivage vitreux) de l'amblygonite d'Hébron [État du Maine] (1).

» L'insuffisance des caractères géométriques conduisait naturellement à rechercher si l'étude de certaines propriétés optiques permettrait de déterminer le type cristallin du minéral. Or, cette étude, dont j'ai indiqué dans ma première Note certaines difficultés particulières, tenant au peu d'étendue des parties transparentes et à la présence de nombreuses lames hémitropes dans les échantillons en apparence les plus homogènes, prouve incontestablement qu'on doit rapporter la montebrasite au système *triclinique*.

» Pour mieux faire ressortir les analogies et les différences qui existent entre la montebrasite et l'amblygonite, composées des mêmes éléments constituants réunis en proportions différentes, j'ai admis, dans le premier de ces minéraux, que le clivage le moins réfléchissant avait lieu suivant la base *p* et le clivage le plus réfléchissant suivant la face de gauche *m* d'un parallélépipède obliquangle, dont la face de droite *t* et les dimensions relatives restent jusqu'ici inconnues. L'angle $pm = 105°44'$ de la montebrasite ne diffère que de 0°44' de son correspondant dans l'amblygonite.

» Les premières recherches optiques ont été entreprises sur des lames minces, coupées normalement aux deux clivages, et elles ont conduit à constater que ces lames sont très-notablement obliques au plan des axes optiques. Pour obtenir des plaques aussi perpendiculaires que possible à ce plan et à la bissectrice de l'angle aigu des axes, il a fallu organiser une série de tâtonnements à l'aide du microscope polarisant (2). Le résultat de ces

---

(1) *Note sur les propriétés optiques biréfringentes et sur la forme cristalline de l'amblygonite* (*Comptes rendus*, t. LVII, p. 357).

(2) Tous ces tâtonnements ont été exécutés par M. H. Soleil, avec la patience et l'habileté

tâtonnements a montré que les plaques les plus parfaites étaient celles dont les surfaces travaillées faisaient des angles presque égaux avec les deux clivages (en moyenne 99°8′ et 80°52′ avec *m*, 99°25′ et 80°35′ avec *p*). Les axes optiques sont situés dans un plan qui partage en deux parties très-inégales l'angle aigu = 74°16′ des deux clivages, et dont la direction est entièrement différente de celle que j'ai reconnue dans l'amblygonite, où le plan des axes se trouve compris dans l'angle obtus de 105 degrés formé par les deux clivages principaux (1). Quant à l'orientation exacte de ce plan, elle a été déduite de celle qu'il affecte dans les macles naturelles qui constituent toutes les plaques de montebrasite examinées jusqu'à ce jour et qui résultent de l'interposition, dans leur masse, de lamelles hémitropes bissectant presque exactement, les unes l'angle obtus de 105°44′, les autres l'angle aigu supplémentaire. Ces lamelles, qui se rencontrent souvent sur le même échantillon, où elles se croisent sous un angle très-voisin de 90 degrés, sont quelquefois si minces et si nombreuses, qu'elles transforment la masse entière en un réseau à mailles serrées, sensiblement rectangulaires, où les anneaux colorés ne sont visibles, à l'aide du microscope polarisant, qu'en quelques points clair-semés. Heureusement qu'il n'en est pas toujours ainsi et qu'on trouve assez fréquemment des plaques se rapportant à l'un des quatre types ci-après (p. 1250) et se prêtant plus ou moins facilement à l'étude des propriétés optiques biréfringentes.

» Le n° 1 représente les plaques qui sont partagées en tranches à coupe triangulaire ou trapézienne, 1, 3, 5, 7, 9,..., plus ou moins larges et assez homogènes, par une série de bandes généralement étroites, 2, 4, 6, 8,..., parallèles entre elles et presque parallèles au plan bissecteur de l'angle aigu de 74°6′; dans ces bandes on reconnaît, à l'aspect fibreux qu'elles présentent, même lorsqu'elles sont éclairées par de la lumière naturelle, une multitude de lamelles excessivement minces. Aussi, tandis que les tranches d'ordre impair permettent d'étudier au microscope polarisant la disposition

---

qu'on lui connaît. Le travail des plaques de montrebasite est d'autant plus délicat, qu'avec les meilleurs échantillons que j'aie reçus de M. Moissenet, ces plaques ne doivent guère avoir plus de $\frac{3}{4}$ de millimètre d'épaisseur pour offrir toute la transparence nécessaire à l'exécution des retouches que les indications du microscope polarisant peuvent exiger sur leurs surfaces travaillées.

(1) Comme on le verra plus loin, l'amblygonite, que j'ai découverte récemment parmi des échantillons de Montebras, possède les mêmes caractères optiques que celle d'Hébron, État du Maine.

et la dispersion des anneaux colorés, ce n'est qu'en quelques plages restreintes des bandes paires qu'on peut les examiner. Cet examen suffit toutefois pour montrer que lorsqu'on a réussi à amener le plan des axes optiques à être aussi parfaitement normal que possible à la surface travaillée

Fig. 1.

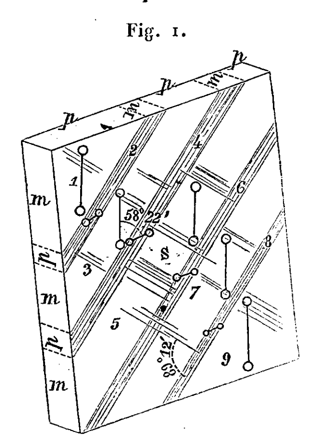
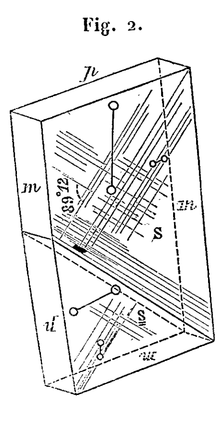


Fig. 2.



des tranches impaires, il reste très-légèrement oblique à celle des tranches paires; quant à son orientation dans ces dernières, elle ne s'explique que par l'existence de lames parallèles à l'arête *pm*, ayant subi une révolution de 180 degrés autour d'un axe perpendiculaire à cette arête, à quelques

Fig. 3.

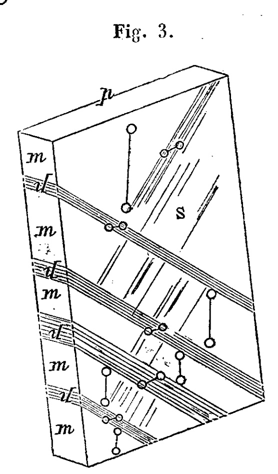
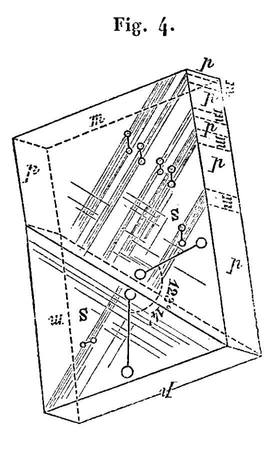


Fig. 4.



minutes près. D'après un grand nombre d'observations faites, à l'aide d'un appareil muni de deux nicols croisés, sur l'extinction maximum dans les bandes d'ordre pair et impair, le plan des axes optiques des premières fait avec celui des secondes un angle de 58°22′ en moyenne.

» La présence des nombreuses lamelles dont il vient d'être question

semblerait devoir se manifester sur les clivages p et m, par des stries fines parallèles à leur intersection mutuelle; cependant, je n'en ai jamais aperçu la moindre trace, au milieu des ondulations qui rendent inégales les surfaces de ces clivages. Cela tient sans doute à ce que les lamelles, si peu épaisses qu'elles ne produisent même pas le phénomène de coloration des lames minces, ne laissent pas distinguer de p et de m leurs faces retournées $\rotatebox{90}{$m$}$ et $\rotatebox{90}{$p$}$, dont l'inclinaison sur les premières a une valeur calculée, $p\,\rotatebox{90}{$m$} = 179^\circ 56'$ et $m\,\rotatebox{90}{$p$} = 180^\circ 4'$, qui échappe à la vue et à la mesure directe (1).

» Les *fig.* 2 et 4 sont la représentation des plaques composées de deux grandes plages, hémitropes autour d'un axe perpendiculaire à une surface d'assemblage qui est comprise dans l'angle obtus $pm = 105^\circ 44'$ et fait, en moyenne, d'après des mesures directes, un angle de $52^\circ 2'$ avec p, et par suite un angle de $53^\circ 42'$ avec m. Les deux figures ne diffèrent d'ailleurs l'une de l'autre que par les dimensions relatives de leurs plages constituantes, et ces dimensions peuvent varier à l'infini, suivant la place où le plan d'assemblage rencontre les clivages p et m. Chacune des plages est sillonnée par des bandes fibreuses, réduites parfois à de simples filets et orientées comme celles de la *fig.* 1, et par des lamelles, généralement très-minces, parallèles au plan d'assemblage. La marqueterie souvent très-complexe produite par la présence des deux systèmes de lamelles s'observe parfaitement dans des rayons parallèles de lumière polarisée, et l'on peut même en obtenir, par la photographie (2), des images amplifiées où l'on reconnaît que les filets situés dans l'angle obtus sont en général plus unis et moins ondulés que ceux de l'angle aigu. L'inclinaison mutuelle des lamelles appartenant aux deux systèmes a été estimée approximativement à $89^\circ 12'$ et $90^\circ 48'$ sur des plaques bien normales au plan des axes optiques; par sa combinaison avec l'angle de $58^\circ 22'$ trouvé sur les macles du type n° 1, le nombre $89^\circ 12'$ conduit à une inclinaison de $123^\circ 14'$ entre le plan des axes d'une plage et celui de l'autre plage. (Les mesures prises sur des plaques semblables aux *fig.* 2 et 4 ont oscillé entre $122^\circ 42'$ et $123^\circ 31'$.) Quant au redressement des deux plages par rapport au plan des axes

(1) Le même fait s'observe dans les cristaux de calcaire et d'aragonite, traversés par des lamelles hémitropes dont la tranche cesse d'être visible sur les faces où elles viennent aboutir, lorsque leur épaisseur est inférieure à une certaine limite.

(2) Je dois à M. Cornu un certain nombre de ces images, obtenues à l'aide d'un petit microscope solaire installé dans son laboratoire de l'École Polytechnique.

optiques et à leur bissectrice, lorsqu'il est aussi parfait que possible pour l'une, il est légèrement imparfait pour l'autre, absolument comme dans les macles semblables à la *fig.* 1.

» Sur les masses laminaires qui m'ont fourni les plaques des types 2 et 4, j'ai quelquefois observé, comme indice de la ligne où le plan d'assemblage rencontre les clivages, une légère saillie, comme celle de la *fig.* 2, ou des sillons, visibles seulement à une vive lumière, qui correspondent à la gouttière dessinée à droite sur la tranche *cachée* de la *fig.* 4. L'angle rentrant *ml* a été trouvé de 181 degrés à 182 degrés; le calcul conduit à 181°40'.

» Lorsque les lamelles parallèles au plan d'assemblage des *fig.* 2 et 4 (1) sont groupées en bandes d'une certaine largeur, on a la disposition représentée *fig.* 3.

» Quoique la détermination des données cristallographiques de la montebrasite reste forcément incomplète jusqu'à ce qu'on y ait découvert au moins une troisième face qui ne fasse pas partie de la zone de ses deux clivages principaux, je donne, dans le tableau suivant, un résumé des incidences mesurées et des incidences calculées dont l'exactitude peut déjà être regardée comme assez satisfaisante. Pour abréger, je désigne par S la surface travaillée normalement au plan des axes optiques et à la bissectrice de leur angle aigu, par H le plan d'hémitropie compris dans l'angle obtus des deux clivages, et par L le plan des lames situées dans leur angle aigu.

» Au point de rencontre des trois arêtes $\frac{m}{S}$, $\frac{S}{p}$, $\frac{p}{m}$ (*fig.* 1, 2 et 3), les angles plans sont :

Angle plan de $m = 97°17'20''$
Angle plan de $p = 96°55'3''$
Angle plan de S $= 104°34'49''$

	Calculé.	Observé.
m:S =	»	99°8' moy.
p:S =	»	99°25' moy.

(1) Le plan d'hémitropie compris dans l'angle de 105°44' peut être regardé comme parallèle à une face hypothétique $c^{\frac{1}{2}}$ qui formerait troncature sur l'arête postérieure de droite du parallélépipède dont nous ne connaissons encore que les faces p et m, en s'inclinant sur p de 127°58'. J'ai cité, sur l'autorité de M. Breithaupt, une face semblable, correspondant à un clivage difficile, dans l'amblygonite; mais, personnellement, je n'ai constaté jusqu'à ce jour, ni dans la montebrasite, ni dans l'amblygonite, aucune trace de l'existence d'une pareille face, que la simplicité de son symbole rend d'ailleurs possible.

p:*m* = ... »	105°44′ moy.
p:H (*fig.* 4) = ... »	52°2′ moy.
m:H (*fig.* 2) = { 126°16′	»
53°44′	»
p:*d* (*fig* 4) = 104°4′	104°32′ moy.
m:*u* (*fig.* 2) = 107°28′	»
m:*d* (*fig.* 2 et 3) = 178°20′ saillant	»
m:*d* (*fig.* 4) = 181°40′ rentrant	181° à 182°
S supér. : H (*fig.* 2, 3 et 4) = 89°36′	»
S infér. : H (*fig.* 2 et 4) = 90°24′	»
Arête $\frac{p}{m}$: arête $\frac{S}{H}$ = 101°39′33″	»
p:L (*fig.* 1) = 37°6′	»
m:L (*fig.* 1) = 37°10′	»
p: ≋ (*fig.* 1) = 179°56′ saillant	»
m: *p* ou *d*: ≋ (*fig.* 1 et 4) = 180°4′ rentrant	»
S:L supér. = 101°39′50″	»
S:L infér. = 78°20′10″	»
L:H = { 89°8′	»
90°52′	»
Arête $\frac{S}{L}$: arête $\frac{S}{H}$ (*fig.* 1 et 2) = { »	89°12′
90°48′	»
Arête $\frac{S}{L}$: arête $\frac{p}{m}$ = { 89°46′	»
90°14′	»

Le plan des axes optiques fait des angles de { 12°29′ avec *m*, 67°13′ avec *p*.

» Dans les macles (*fig.* 1), le plan des axes de 1, 3, 5, 7, 9 rencontre celui de 2, 4, 6, 8 sous l'angle de 58°22′ (moy. des nombres observés).

» Dans les macles *fig.* 2 et 4, le plan des axes d'une plage coupe celui de l'autre plage sous l'angle de 123°14′ (observé 122°42′ à 123°31′).

» La bissectrice de l'angle aigu des axes est *négative;* elle s'écarte très-peu du plan d'hémitropie H, et fait respectivement des angles de 11°39′58″ avec l'arête $\frac{p}{m}$; 53°26′31″ avec l'arête $\frac{p}{S}$; 51°8′18″ avec l'arête $\frac{m}{S}$.

» L'indice moyen a été mesuré sur un prisme de 59°23′, dont l'arête réfringente est très-sensiblement normale au plan des axes optiques; j'ai trouvé

$$\beta = 1,594 \text{ (raie jaune de la soude).}$$

» L'écartement apparent des axes est tel, que les deux systèmes d'anneaux colorés correspondants sont visibles dans l'air. Cet écartement, assez

constant pour les diverses plages d'une même plaque et voisin de 86 degrés, se réduit à 71 degrés environ dans quelques échantillons. J'ai obtenu, à 20 degrés C., en opérant dans l'air et dans l'huile (1), sur deux plaques passablement normales au plan des axes optiques et à la bissectrice de leur angle aigu :

Première plaque.

$2E = 86°23'$
$2H = 55°18'$ d'où $2E = 86°28'$ } ray. rouges;
$2E = 86°21'$
$2H = 55°\ 8'$ d'où $2E = 86°19'$ } ray. jaunes (soude).

Deuxième plaque.

$2E = 70°54'$
$2H = 46°20'$ d'où $2E = 71°\ 0'$ } ray. rouges;
$2E = 70°32'$
$2H = 45°59'30''$ d'où $2E = 70°32'$ } ray. jaunes.

» On voit d'après ces nombres, que la dispersion *propre* des axes est faible, avec $\rho > \nu$ (2). On arrive à la même conclusion, en observant, dans l'air ou dans l'huile, les bordures des hyperboles qui traversent les deux systèmes d'anneaux colorés à 45 degrés du plan de polarisation, et qui offrent du jaune rougeâtre à l'*intérieur*, du bleu à l'*extérieur*. Une étude attentive montre de plus que ces bordures paraissent avoir une couleur légèrement plus prononcée dans un système que dans l'autre, mais que les anneaux y affectent sensiblement la même forme.

» Dans le plan de polarisation, les barres transversales de l'anneau central de chaque système sont bordées par des couleurs dont la disposition contrariée accuse une dispersion *tournante* très-notable; ces couleurs sem-

---

(1) L'huile employée était très-visqueuse et avait pour indice $n_r = 1,476$; $n_j = 1,478$.

(2) Dans l'amblygonite, on a au contraire $\rho < \nu$ autour de la bissectrice aiguë. Or cette opposition dans la dispersion *propre* des axes optiques suffirait pour séparer l'amblygonite de la montebrasite, car elle constitue un caractère distinctif de la plus haute importance dans les substances cristallisées, et elle paraît être la plus constante de toutes leurs propriétés optiques biréfringentes. Il est, en effet, sans exemple que des échantillons d'une même espèce bien définie, naturelle ou artificielle, quelles que soient d'ailleurs les variations de leurs caractères physiques ou chimiques, possèdent des axes optiques à dispersions opposées, tant que ces axes restent situés dans le même plan; c'est seulement lorsqu'ils passent d'un plan dans un autre, perpendiculaire au premier, comme on l'observe dans l'orthose, la Heulandite et d'autres minéraux, qu'il y a échange de position entre les axes correspondant aux rayons rouges et les axes correspondant aux rayons bleus.

blent aussi être un peu plus tranchées autour d'une des barres qu'autour de l'autre; cependant, une différence aussi faible ne permettrait d'admettre l'existence d'une légère dispersion *inclinée*, dont la combinaison avec la dispersion *tournante* caractériserait une substance appartenant au système triclinique, que si les plaques de montebrasite jouissaient d'une homogénéité parfaite (1). La forme doublement oblique de ce minéral n'est en réalité établie d'une manière incontestable, que par l'obliquité sur les clivages p et m du plan normal à celui dans lequel sont compris ses axes optiques, obliquité absolument incompatible avec l'hypothèse d'une forme clinorhombique, où le plan de symétrie serait perpendiculaire au plan des axes optiques et à la bissectrice de leur angle aigu, et dont la dispersion *tournante* serait assez forte.

» La chaleur modifie l'écartement des axes optiques qu'elle fait notablement diminuer. Une plaque légèrement oblique à leur plan a fourni dans l'air, pour les rayons rouges :

$$2E = 86^\circ 26' \text{ à } 14^\circ \text{C.}; \quad 82^\circ 16' \text{ à } 120^\circ \text{C.}$$

» Entre ces deux températures, l'un des axes a marché environ deux fois un tiers plus vite que l'autre, le premier s'étant avancé vers la bissectrice de $2^\circ 56'$, et le second seulement de $1^\circ 14'$. La bissectrice s'est donc aussi écartée de sa position initiale, et elle s'est déplacée de $0^\circ 51'$ du côté de l'axe qui a le moins marché.

» La montebrasite fond facilement à la simple flamme de l'alcool, sans décrépitation et avec un léger bouillonnement, en un verre opalin blanc, bulleux. Au chalumeau, elle communique à la flamme une coloration jaune rougeâtre due aux proportions presque égales de soude et de lithine qu'elle renferme; cette coloration permet de la distinguer immédiatement de l'amblygonite, plus riche en lithine qu'en soude, et avec laquelle on obtient une flamme d'un beau rouge carmin.

AMBLYGONITE.

» J'ai reçu tout récemment, de M. Moissenet, un nouvel échantillon recueilli à la mine de Montebras au milieu de la montebrasite, et signalé comme possédant une transparence inacoutumée dans cette substance. Un

---

(1) Dans les mêmes circonstances, l'amblygonite offre la dispersion *horizontale* combinée avec une dispersion *inclinée* bien marquée. (Les phénomènes que ces divers genres de dispersion produisent sur les anneaux colorés sont décrits et figurés dans mon *Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant*, inséré en 1864 aux *Annales des Mines*, t. VI, 6e série.)

examen rapide m'a bientôt fait reconnaître qu'il ne s'agissait plus ici de la montebrasite, mais bien de la véritable *amblygonite*, minéral très-rare, dont les deux localités principales connues jusqu'à ce jour étaient les environs de Penig, en Saxe, et Hébron (État du Maine) aux États-Unis.

» Sa découverte dans la mine de Montebras est d'autant plus intéressante qu'elle paraît s'y trouver au milieu de la montebrasite. Or, soit qu'elle en dérive par la disparition d'une partie du fluor (1) sous l'influence d'eaux minérales, soit qu'elle représente le produit ultérieur d'un même phénomène, elle semble bien établir le passage entre cette nouvelle espèce et les phosphates d'alumine de moins en moins fluorés, tels que la wavellite et la turquoise, qui semblent parfois se fondre avec elle. L'analyse comparée de tous les phosphates de Montebras offrira donc un grand intérêt géologique. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations relatives aux Communications récentes de* M. Marey, *sur la décharge électrique de la torpille.* Lettre de **M. A. de la Rive** à M. Dumas.

« ... Permettez-moi, puisque j'ai l'occasion de vous écrire, de signaler à votre attention les expériences remarquables sur la décharge électrique de la torpille, que M. Marey vient de communiquer à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus* des 9 et 16 octobre 1871). Ce physiologiste distingué a réussi à démontrer : 1° que le temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf électrique de la torpille et la décharge de son appareil est approximativement le même que celui que consomme la grenouille entre le moment où son nerf est excité et celui où le muscle auquel ce nerf aboutit est contracté; 2° que la durée de la décharge électrique chez la torpille est très-sensiblement égale à celle de la secousse musculaire d'une grenouille.

» Dans un sujet déjà si exploré, M. Marey a réussi à trouver deux faits d'une très-grande portée, parce qu'ils établissent d'une manière positive l'analogie qui existe entre l'action du système nerveux sur l'appareil électrique de certains poissons et celle que ce système exerce en général sur les muscles. J'étais déjà si convaincu que le phénomène que présentent les poissons électriques n'était point un fait accidentel et exceptionnel, mais

---

(1) L'amblygonite d'Arnsdorf en Saxe, la seule dont on possède une analyse complète, renferme, d'après M. Rammelsberg, 8,11 pour 100 de fluor, tandis que la montebrasite analysée au laboratoire d'essai de l'École des Mines en contiendrait 26,50 pour 100.

qu'il se rattachait à des lois générales, que j'avais signalé en 1858, dans mon *Traité d'Électricité* (t. III, p. 70), cette analogie, mais comme une simple hypothèse. Après avoir montré que les causes qui déterminent et modifient les deux ordres de phénomènes sont les mêmes, j'ajoutais :

« Si maintenant nous rapprochons les phénomènes spéciaux qui sont propres aux poissons électriques, des phénomènes généraux que présentent les autres animaux, nous sommes amenés à conclure que les nerfs qui déterminent la décharge électrique doivent être identiques, dans leur état naturel et dans les modifications que cet état éprouve, aux nerfs du mouvement qui produisent la contraction musculaire. La seule différence est que ces nerfs, au lieu d'aboutir à un muscle ordinaire, aboutissent à l'organe que nous avons appelé *organe électrique*, et que leur électricité, au lieu de se convertir en action motrice, s'accumule par l'effet de la disposition des parties dont se compose l'organe, de manière à donner de violentes secousses. En effet, l'organe n'éprouve, au moment de la décharge, aucun changement de forme, contrairement à ce qui a lieu pour les muscles. »

» La seule différence entre ma manière de voir et celle de M. Marey, c'est que, tout en constatant l'identité entre l'influence nerveuse qui détermine les décharges chez les torpilles et celle qui produit la contraction des muscles, il ne s'explique pas sur la nature de cette influence, tandis que, pour ma part, je n'hésite pas à l'attribuer à l'électricité elle-même. En effet, une fois qu'il est bien démontré que les nerfs ont un état électrique propre dont la modification, provoquée de différentes manières, est accompagnée de la contraction musculaire, pourquoi ne pas y voir la cause même de cette contraction, que l'on sait pouvoir être produite directement par l'électricité artificielle? L'appareil électrique de la torpille renferme 940 prismes semblables, composés chacun de 2000 diaphragmes, en tout 1880000 diaphragmes, à chacun desquels aboutit une ramification nerveuse. Pour comprendre la puissance électrique de cet appareil, il n'est pas besoin d'attribuer à chacun de ses filaments nerveux un état électrique plus énergique que celui qu'ils possèdent chez les autres animaux. Seulement, il résulte de l'organisation de l'appareil électrique, que les actions individuelles des diaphragmes s'ajoutent, comme cela a lieu pour les couples dont se compose une pile voltaïque ordinaire, telle, par exemple, qu'une pile sèche.

» Dans cette manière de voir, l'organe électrique ne serait point la source même de l'électricité mise en activité par l'influence nerveuse, mais simplement un appareil qui condenserait l'électricité apportée par les nerfs qui s'y rendent, au lieu de la convertir, comme le fait un muscle ordinaire, en

mouvement de contraction. La lenteur relative avec laquelle se propage, dans les nerfs électriques aussi bien que dans les nerfs en général, l'influence que nous estimons être simplement l'électricité s'explique facilement par la mauvaise conductibilité de la matière nerveuse. Elle se conduit comme les conducteurs imparfaits se conduisent en général dans la propagation de l'électricité.

Quoi qu'il en soit du reste, je ne saurais jamais trop le répéter, M. Marey, par ses expériences aussi ingénieuses que précises, a fait faire un grand pas à une partie de la physiologie électrique encore très-obscure, et l'on ne saurait trop l'en remercier. »

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur l'électrolyse* (suite); *par* **M. P.-A. Favre.**

« Je rappelle que les voltamètres dans lesquels l'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'acide bromhydrique ou de l'acide iodhydrique est brûlé en totalité par le brome ou par l'iode que les acides correspondants tiennent en dissolution, ont été les seuls voltamètres, parmi ceux que j'ai étudiés jusqu'à ce jour, dans lesquels les phénomènes de signes contraires de décomposition et de recomposition électrolytique sont exprimés par des nombres sensiblement les mêmes, et qu'il n'en a pas été de même pour les voltamètres à lames de zinc, de cadmium ou de cuivre immergées dans une dissolution des sulfates correspondants. Qu'il me soit permis de revenir encore sur cette question et de faire connaître les résultats d'expériences qui ont porté plus spécialement sur le voltamètre à lames de cuivre immergées dans le sulfate de cuivre. Ces résultats viennent à l'appui de l'opinion que j'ai déjà émise sur la nature du phénomène qui, dans ce voltamètre, s'oppose à la compensation des phénomènes thermiques.

(I) *Électrolyse du sulfate de zinc dans le voltamètre à lames de zinc et du sulfate de cuivre dans le voltamètre à lames de cuivre.*

		Chaleur qui ne retourne pas à la pile.
1° Le voltamètre est placé hors du calorimètre qui renferme la pile et le thermorhéostat.	Sulfate de cuivre.......	1312^{cal}
		Chaleur qui reste confinée dans le voltamètre.
2° La pile et le thermorhéostat sont placés hors du calorimètre qui renferme le voltamètre.	Sulfate de cuivre.......	1102^{cal}
	Sulfate de zinc........	1051^{cal}

» *Les nombres ci-dessus indiquent nettement le sens du phénomène;* mais

ils ne s'accordent pas avec les nombres précédemment obtenus (1), parce qu'ils proviennent d'opérations dans lesquelles la quantité de chaleur mise en jeu, et qui se rapporte au phénomène étudié, est beaucoup trop faible. En conséquence, j'ai dû chercher à obtenir des nombres plus sûrs en modifiant la méthode opératoire; de telle sorte qu'il devînt possible, dans une même expérience, d'opérer la décomposition et la recomposition simultanées des sels, du sulfate de cuivre, par exemple, dans un grand nombre de voltamètres à la fois. Pour cela, j'ai fait construire une auge rectangulaire en bois de 140 millimètres de profondeur sur 105 millimètres de longueur et 75 millimètres de largeur. Cette auge, dans laquelle on introduisait une dissolution neutre de sulfate de cuivre, lorsqu'on opérait sur ce sel, portait, dans le sens de sa largeur, vingt rainures équidistantes qui pouvaient recevoir chacune une plaque mince de cuivre *laminé*, de telle sorte qu'on pouvait faire fonctionner à la fois autant de voltamètres qu'on introduisait de lames de cuivre, moins une, dans les rainures, et, par conséquent, dix-neuf voltamètres, lorsqu'on les introduisait toutes.

» Comme les lames de cuivre avaient une épaisseur de $0^{mm},4$ environ, la tranche comprise entre deux lames voisines et occupée par la dissolution de sulfate de cuivre avait une épaisseur de 3 millimètres environ. L'un des rhéophores d'une pile formée de quatre couples de Smée était mis en communication avec la lame n° 1 dans toutes les opérations, tandis que l'autre rhéophore pouvait, à l'aide d'une disposition très-simple, être mis en communication avec une lame occupant une rainure quelconque.

» Dans les expériences, la pile et le thermorhéostat occupaient l'intérieur du calorimètre, hors duquel était placée l'auge dont il vient d'être question.

» (II) Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, séance du 22 juin 1868.

NUMÉROS DES LAMES mises en place.	CHALEUR accusée par le calorimètre et qui correspond à 1 équiv. d'hydrogène dégagé dans la pile.	CHALEUR dépensée au dehors.	CALCULS.	CHALEUR dépensée au dehors pendant la décomposition et la recomposition simultanées du sulfate de cuivre dans les voltamètres.	CALCULS.	CHALEUR empruntée à la pile dans la décomposition et la recomposition simultanée de 1 équiv. de sulfate de cuivre et qui reste confinée dans un voltamètre.	
1 et 2	19156cal	34cal	$\times 4 =$	1376cal	$1376 - r =$	982c	(A)
1 et 20	17384	2116	$\times 4 =$	8464	$8464 - 1376 = 7088 = \rho$ $7088 : 18 = 394 = r$ $7088 + 394 = 7482 = \mathrm{R}$ (1)		(A)
1, 3, 6, 9, 11, 13, 16, 18 et 20.	15448	4052	$\times 4 =$	16208	$(16208 - \mathrm{R}) : 8 =$	1091	(A)
Tous . . . . (D)	12900	6600	$\times 4 =$	26400 (2)	$(26400 - \mathrm{R}) : 19 =$	995	(A)
Id. (le courant est renversé). (E)	15313	4187	$\times 4 =$	16748 (2)	$(16748 - \mathrm{R}) : 19 =$	488	(B)
L'auge est supprimée	19500						

» Pour posséder tous les éléments nécessaires à la discussion du phénomène à l'étude, j'ai dû renverser les conditions dans lesquelles ont été faites les expériences précédentes en plaçant l'électromoteur et le thermorhéostat hors du calorimètre qui renfermait les voltamètres et opérer de la manière suivante.

» L'auge a été remplacée par cinq voltamètres à lames faites avec le cuivre *laminé* précédemment employé, et immergées dans la même dissolution normale de sulfate de cuivre. Ces voltamètres, en tout semblables, pour les dimensions et pour la disposition des lames, aux couples excitateurs employés habituellement, occupaient chacun un des grands mouffles du calorimètre, à l'extérieur duquel étaient placés le thermorhéostat et le couple de Smée qui actionnait les cinq voltamètres et qui remplaçait les quatre couples de même nature employés dans les opérations précédentes.

» Comme il n'était pas possible de déterminer expérimentalement la ré-

(1) ρ, r et R expriment, en calories, la résistance physique de la tranche liquide qui occupe pour ρ l'espace compris entre la lame 2 et la lame 20, pour r l'espace compris entre la lame 1 et la lame 2, et enfin pour R l'espace compris entre la lame 1 et la lame 20.

(2) L'angle à la boussole a été de 1°,25 dans l'expérience (D), tandis qu'il a été de 1°,85 dans l'expérience (E), et l'hydrogène dégagé dans chacun des couples de la pile, en vingt-trois minutes, occupait 106 divisions dans l'expérience (D), tandis qu'il occupait 174 divisions dans l'expérience (E).

sistance physique de la tranche liquide comprise entre les lames de chaque voltamètre, ainsi qu'on a pu le faire dans les expériences précédentes, j'ai admis qu'elle était égale à r dont la valeur est inscrite dans le tableau ci-dessus, ce qui m'a paru assez naturel, puisque, dans l'une et l'autre séries d'expériences, les lames des voltamètres, quoique n'ayant pas la même forme, présentaient des surfaces égales et étaient sensiblement équidistantes.

» Après plusieurs opérations faites dans les conditions que je viens de signaler et lorsque, par suite de l'action du courant prolongé pendant un temps convenable, il s'était déposé à l'électrode négative une quantité suffisante de cuivre empruntée à la dissolution, on renversait les pôles, afin que le sulfate de cuivre décomposé pût se reconstituer non plus à l'aide du cuivre *laminé*, mais bien à l'aide du cuivre *déposé par électrolyse*.

» (III) Voici les moyennes des résultats fournis par les expériences :

CUIVRE ATTAQUÉ dans le voltamètre.	CHALEUR accusée par le calorimètre, et qui correspond à 1 équivalent d'hydrogène dégagé dans le couple.	CALCULS.	CHALEUR accusée par le calorimètre, et qui correspond à la décomposition et à la recomposition simultanée de 1 équivalent de sulfate de cuivre dans un voltamètre.	CALCULS.	CHALEUR empruntée au couple dans la décomposition et la recomposition simultanée de 1 équivalent de sulfate de cuivre et qui reste confinée dans un voltamètre.	ANGLE.	VOLUME d'hydrogène mis en liberté dans le couple en trente-cinq minutes.
Cuivre laminé.	7056 cal	: 5=	1411 cal	1411 − r =	1017 cal	0,90°	116,5 div
Cuivre déposé.	7607	: 5=	1521	1521 − r =	1127	1,20	164,0

» En jetant un coup d'œil sur le tableau (II), nous voyons, en (A), que la quantité de chaleur qui n'est pas restituée à la pile est de 1000 calories environ pour un équivalent de sulfate de cuivre décomposé dans un voltamètre et simultanément reproduit à l'aide du cuivre *laminé*, tandis que nous voyons, en (B), que cette quantité est à peu près moitié plus faible lorsque le sulfate se reconstitue à l'aide du cuivre *déposé* dans les opérations précédentes. Nous voyons aussi que, quelles que soient les conditions dans lesquelles on opère, une certaine quantité de chaleur empruntée à l'électromoteur ne lui est pas restituée.

» En jetant également nn coup d'œil sur le tablaau (III), nous voyons encore que la quantité de chaleur accusée par le calorimère qui renferme

les voltamètres et qui correspond à la décomposition du sulfate de cuivre dans ces voltamètres reste sensiblement la même, quel que soit le cuivre à l'aide duquel ce sel est simultanément reproduit.

» Ces résultats semblent confirmer l'opinion que j'avais déjà émise, savoir : que, une certaine quantité de l'énergie voltaïque empruntée au circuit pour opérer la décomposition d'un sel qui se reproduit simultanément se transforme en chaleur et reste confinée dans les voltamètres à l'état de chaleur non transmissible, et que très-probablement cette transformation a lieu pendant que la constitution du métal mis en liberté se modifie, en passant de l'état particulier où il se trouve dans sa combinaison saline à celui qu'on lui connaît à l'état ordinaire. Ces résultats montrent aussi que, *pendant le laminage, le cuivre perd une certaine quantité de chaleur*, et que, non laminé comme laminé, ce métal, pris à l'état de liberté, a besoin, pour passer à l'état où il se trouve dans son sulfate, de subir une modification qui ne peut se réaliser qu'à l'aide d'un emprunt de chaleur fait au circuit, ce qui constitue un phénomène *synélectrolytique*, c'est-à-dire un phénomène qui se fond dans le phénomène électrolytique proprement dit.

» Puisque le cuivre, en sortant de ses combinaisons salines, dégage 1000 calories environ pour devenir tel qu'on le connaît à l'état de liberté, il importe d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats thermiques fournis par l'électrolyse du sulfate de cuivre dans le voltamètre à lames de platine, et de les retrancher des 10500 calories environ qui restent confinées dans ce voltamètre, pour avoir l'expression thermique exacte de la transformation du même ordre que subit l'oxygène mis en liberté à l'électrode opposée, et qui serait ainsi représentée par 9500 calories environ. Si maintenant on retranche ces 9500 calories environ, qui sont l'expression thermique de la transformation de l'oxygène, dans l'électrolyse du sulfate de cuivre, des 13500 calories environ qui restent confinées dans le voltamètre pendant l'électrolyse du sulfate d'hydrogène, il restera 4000 calories environ qui seront l'expression thermique de la transformation du même ordre subie par l'hydrogène placé dans les mêmes conditions. »

MM. Élie de Beaumont et **Villarceau** sont priés de s'adjoindre à la Commission, nommée dans la dernière séance, pour l'examen des questions soulevées par la Lettre du P. *Secchi*, à propos des expériences à effectuer dans le tunnel des Alpes.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le prix Bordin à décerner en 1874.

MM. Chasles, Bertrand, Liouville, Fizeau, Serret réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Jamin, Delaunay, Phillips.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les mouvements de la séve à travers l'écorce.* Note de **M. E. Faivre**, présentée par M. Claude Bernard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Jamin.)

« La séve monte-t-elle par l'écorce? par quelles parties de l'écorce s'élève-t-elle? dans quelles conditions nutritives, à quel moment de la saison végétative? descend-elle également par les tissus corticaux? Telles sont les questions sur lesquelles nous avons essayé d'apporter expérimentalement quelques éclaircissements.

» Posée depuis bien longtemps, la question a été contradictoirement résolue; elle l'est encore aujourd'hui d'une manière insuffisante et incomplète. En ce qui concerne l'ascension en particulier, Hales se bornait à émettre l'opinion qu'elle peut avoir lieu par l'écorce; au contraire, Bonnet, de la Baisse, Parent, de Candolle n'acceptaient pas que la séve pût s'élever par cette voie. Nous avons cherché vainement dans les travaux les plus modernes une solution décisive et directe de la question, et nous ne l'y avons pas rencontrée, bien que plusieurs auteurs, Hanstein en particulier, semblent tenir comme certaine la marche ascensionnelle de la séve à travers l'écorce.

» Pour dissiper nos doutes, pour que nos expériences fussent plus complètes et plus précises, nous avons fait des recherches sur les mûriers, à toutes les époques de l'année et dans diverses conditions.

» Des opérations pratiquées sur des boutures pendant l'hiver ont été notre point de départ.

» Nous avons fait évider deux rameaux de mûriers dans les mêmes conditions, de manière à ce qu'il ne fût réservé que l'écorce avec le moins possible de tissu ligneux, et, sur cette écorce, un bourgeon situé à la même hauteur. Ces deux boutures étant disposées avec la précaution ordinaire, nous pratiquons au-dessous du bourgeon de l'une d'elles une incision annulaire; la végétation du bourgeon supérieur est manifestement ralentie puis bientôt arrêtée, tandis que sur le second rameau elle s'effectue régulièrement.

» Le 3 mars 1871, nous avons injecté au mercure, puis bouturé deux rameaux de mûrier, dont l'un d'eux avait une annulation au-dessous du bourgeon supérieur; la végétation de ce bourgeon n'a pas tardé à s'arrêter, tandis que le rameau non opéré a produit des pousses assez vigoureuses.

» Sur deux rameaux de mûrier, à 1 centimètre au-dessous du sommet, où un bourgeon a été réservé, on pratique une incision annulaire; sur l'un des rameaux l'incision est entière, sur l'autre elle est partielle, de manière à ce qu'un pont d'écorce de 1 centimètre de largeur soit réservé, qui fait communiquer entre elles les deux lèvres de l'incision. Les boutures ainsi pratiquées, le 3 mars, sont placées sous la tanne chaude; le 17, il est manifeste que le bourgeon correspondant au pont d'écorce réservé s'est développé de 1 centimètre plus que l'autre; l'accroissement se continue dans les mêmes proportions pendant la semaine suivante; il a suffi, pour le ralentir et l'arrêter, d'intercepter, en complétant l'incision, la communication établie entre les deux lèvres par le lambeau d'écorce réservé. Nous avons répété, avec les mêmes résultats, l'expérience sur le mûrier et sur la vigne; nous l'avons répétée en l'inversant, c'est-à-dire en réservant le bourgeon et faisant l'incision annulaire incomplète vers la base du rameau; le bourgeon correspondant au lambeau d'écorce en communication avec les deux lèvres de l'incision a pris toujours un développement bien supérieur à l'autre.

» Il nous a été possible d'obtenir sur le mouvement ascendant des sucs nourriciers par l'écorce une preuve expérimentale d'une évidence incontestable : le 13 juillet, sur une pousse herbacée vigoureuse de 1 centimètre de diamètre, nous avons fait une coupe au-dessus d'un bourgeon, puis fendu longitudinalement l'écorce sur une étendue de 3 centimètres; le cylindre cortical a été isolé du bois, et le bois entièrement enlevé à son intérieur; les lèvres du cylindre cortical creux ayant été rapprochées, l'intérieur a été rempli de terre argileuse humide, l'extérieur maintenu humide et protégé par des liens végétaux. Le bourgeon isolé vers le sommet du tube cortical creux n'a pas tardé à se développer; le 28 juillet, il mesurait

déjà plus de 1 centimètre, le 28 août, il en avait 18 et portait huit feuilles. Nous constatâmes à cette époque qu'une couche d'exsudation, devenue depuis de nature ligneuse, s'était développée à l'intérieur du tube cortical, à travers et en dedans des couches libériennes.

» Comment expliquer le développement considérable du bourgeon, fixé sur ce tube cortical? comment expliquer l'abondance de l'exsudation intérieure, si l'on n'admet que les sucs nourriciers se sont élevés régulièrement par l'écorce?

» Nous avons pensé que la même expérience, qui nous instruisait si clairement sur l'ascendance de la séve par l'écorce, pourrait aussi nous fournir quelques indications sur le mouvement descendant des matières élaborées par les feuilles nées du bourgeon développé sur le cylindre cortical. Nous avons pratiqué, le 11 août, une incision annulaire à $\frac{1}{2}$ centimètre au-dessous de la jonction de l'écorce isolée, avec le reste du rameau demeuré sain; mesurée dans cette région, la circonférence du rameau était alors de $0^{m},016$; le 11 septembre, un bourrelet volumineux s'est développé à la lèvre supérieure de l'incision, comme dans les circonstances ordinaires; une croissance appréciable en diamètre a eu lieu entre l'incision et la base du cylindre cortical isolé; la mesure prise à nouveau le 3 septembre dans cette partie, a été de $0^{m},018$. Le 9 octobre, cette croissance était de $0^{m},0185$. La croissance, la formation du bourrelet au-dessous du cylindre cortical isolé, ne supposent-ils pas le transport de haut en bas, à travers cette écorce, de matières nutritives?

» Nous rapporterons, comme témoignant du même fait, deux autres expériences. Il y a plusieurs années, nous avons exécuté la suivante, ignorant qu'Hanstein faisait en Allemagne une observation analogue. Une bouture de mûrier est pratiquée en hiver dans une serre à multiplication, un bourrelet se forme à la base, et il en naît des racines; quelques feuilles se forment à l'extrémité opposée : une annulation est pratiquée alors vers le milieu de la bouture; elle suffit pour priver la racine de sucs nourriciers et en arrêter le développement; tandis qu'à la lèvre supérieure de l'incision nouvelle des fibres radicales commencent à se former, les feuilles supérieures cessent de recevoir de la base du rameau les sucs nécessaires, deviennent d'abord stationnaires dans leur évolution, puis s'altèrent et périssent.

» Le 26 juin 1871, nous avons opéré comme il suit : nous isolons sur un rameau ligneux de deux ans un lambeau sous forme de triangle allongé dont la base est adhérente au rameau, tandis qu'il en est maintenu écarté

dans tout le reste de son étendue par un mince fragment de bois; ce lambeau, constitué dans toute l'écorce d'une couche de bois le plus mince possible, porte en son milieu un bourgeon; on a opéré par un temps humide, et recouvert avec précaution la partie opérée.

» Du 26 juin au 27 juillet, la pousse du bourgeon, située au milieu du lambeau et auquel le liquide nourricier ne pouvait arriver que par en haut et surtout par les couches corticales bien intactes, s'est opérée régulièrement; l'élongation a atteint 4 centimètres, les feuilles se sont étalées, une exsudation s'est produite à la face interne et sur les parties latérales du lambeau; le développement a donc eu lieu par un mouvement de séve nourricière se portant de haut en bas par l'écorce; seulement, il s'est produit d'une manière insuffisante, comme le prouve l'état des parties.

» On sait que les physiologistes allemands ont établi que le transport des sucs nourriciers descendant par l'écorce aurait lieu particulièrement dans la zone libérienne, et surtout au moyen des cellules dites *cribleuses*.

» En résumant les expériences qui précèdent, en les rapprochant des faits déjà connus sur le transport de ces sucs nourriciers par l'écorce, chez le mûrier particulièrement, nous arrivons aux conclusions suivantes :

» 1. L'hiver sur les boutures, pendant la saison végétative sur les rameaux herbacés et ligneux, la séve s'élève de bas en haut par l'écorce, particulièrement par les couches libériennes. Nous ne préjugeons rien ici sur les mouvements de la séve par les parties autres que l'écorce.

» 2. Cette séve est nourricière; c'est une nouvelle preuve d'un courant séveux ascendant, renfermant des matières élaborées.

» 3. L'écorce est donc le siége, spécialement dans sa région libérienne, de mouvements séveux ascendants et descendants; comme il est difficile de comprendre l'existence simultanée à travers la même région de ces deux courants inverses, on est conduit à admettre que les deux mouvements s'exécutent successivement, par les mêmes voies, dans des conditions de périodicité que nous ignorons encore.

» 4. Les expériences qui précèdent nous expliquent la gravité des plaies de l'écorce et les conséquences funestes des incisions annulaires; la destruction des parties supérieures consécutivement aux incisions et aux plaies de quelque gravité ne s'explique pas seulement, comme nous l'avons déjà indiqué dans un précédent travail, par l'action d'ensemble des influences extérieures sur le bois dénudé, elle est due surtout à l'entrave que l'ablation de l'écorce apporte au mouvement ascendant de la séve.

» L'écorce est donc loin de jouer seulement le rôle de couche protec-

trice; on ne saurait trop, ce nous semble, insister sur son importance relativement aux mouvements de la séve. »

M. **Bouvet** soumet au jugement de l'Académie une revendication de priorité, au sujet d'expériences pour la direction des aérostats, exécutées récemment par M. *Hünler*, de Mayence.

La *Gazette de Francfort* ayant publié un récit de ces expériences, et l'ayant accompagné de grands éloges adressés à l'auteur, M. Bouvet croit devoir rappeler que le système décrit dans cet article est exactement celui qu'il a communiqué à l'Académie, dès 1870, et que l'on a pu trouver indiqué et décrit dans les *Comptes rendus* des 24 et 31 octobre, 21 novembre, 12 et 19 décembre 1870. L'accueil qui a été fait par l'Académie à ces diverses Communications détermine l'auteur à réclamer son appui, pour que les progrès effectués dans la solution de cette difficile question par des recherches françaises ne puissent être attribués à un étranger, qui en a pu lire depuis longtemps la description dans nos divers recueils scientifiques.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Moison** adresse une Lettre concernant l'emploi de l'eau de mer pour la fabrication du pain, dans les environs de Cancale.

L'auteur fait remarquer que, sur toute la côte voisine du hameau qu'il habite, le levain seul est fait avec de l'eau douce, et que c'est exclusivement l'eau de mer *pure* qu'on emploie pour pétrir la pâte; le pain obtenu n'a que le degré de salure nécessaire. Au contraire, lorsqu'on a voulu ajouter de l'eau de mer à la soupe, en guise de sel, on a obtenu un aliment que l'on a dû rejeter. L'auteur demande s'il ne faut pas voir, dans la comparaison de ces deux résultats, une preuve d'une transformation particulière que la cuisson du pain ferait subir à certains sels dissous dans l'eau de mer. Il appelle, d'ailleurs, l'attention de l'Académie sur les bons effets hygiéniques qu'il attribue à l'usage du pain salé à l'eau de mer.

(Commissaires : MM. Chevreul, Boussingault, Balard, Cloquet, Dumas.)

M. **Martin de Brettes** adresse, par l'entremise de M. Phillips, une Note sur l'explosion des charges intérieures et non fulminantes des projectiles oblongs, lorsqu'ils choquent un corps résistant.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. LAILLER adresse une Note concernant des expériences comparatives sur la puissance nutritive des viandes de cheval et de bœuf.

(Commissaires : MM. Bouley, Larrey.)

CORRESPONDANCE.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE adresse à l'Académie une Lettre en réponse à la demande qui lui avait été faite, de contribuer aux frais de l'expédition scientifique pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, le 8 décembre 1874. Le budget de l'année 1872 étant déjà déposé et accepté, la somme demandée par l'Académie ne pourra être proposée que dans le budget de 1873.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE transmet à l'Académie la Lettre suivante, adressée, par le consul de France à Elseneur, à M. le Ministre des Affaires étrangères :

« Elseneur, le 26 octobre 1871.

» La presse publique a signalé la découverte faite, l'année dernière, au Groënland, par M. le professeur suédois Nordenskyœh, de trois énormes météorites de fer. Le gouvernement suédois avait demandé au gouvernement danois la permission de faire prendre ces météorites par deux navires armés dans ce but, sous le commandement du Baron V. Otter, savoir : la chaloupe canonnière à vapeur *Ingegerd* et le brick *Gladan*, en offrant la condition qu'un tiers de ces masses découvertes reviendrait au Danemark. L'accord s'étant établi sur cette base, les deux navires ont été prendre les météorites et les ont apportées en rade de Copenhague, à la fin du mois dernier. Leur poids est de 49600, 20000 et 10000 livres. Celle de 20000 a été remise au Danemark, et, comme on avait trouvé supplémentairement vingt-deux pièces d'un poids total de 1200 à 1500 livres, ce même pays a reçu cinq autres pièces, pesant environ 450 livres. Les autres météorites ont été transportées à Stockholm, pour y être placées dans le Musée national.

» Ces grandes masses de fer surpasseraient par leur volume tout ce qui a été découvert antérieurement. M. le professeur Steenstrup, Assistant au Musée minéralogique de Copenhague, qui a accompagné l'expédition, les considère comme devant être du plus grand intérêt scientifique, pour l'étude de l'origine probable des météorites de fer. »

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de *M. Figuier*, portant pour titre : « Les races humaines ».

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation de la potasse et de la soude.* Note de **M. Th. Schlœsing**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans l'une des dernières séances de l'Académie, M. Chevreul a insisté sur les difficultés que l'on rencontre dans la séparation de la potasse et de la soude; les observations présentées par l'illustre chimiste donneront de l'intérêt à des recherches que je viens de terminer sur ce sujet.

» On sait que l'étude des perchlorates conduisit Serullas à un procédé fort simple pour doser la potasse ; ayant constaté que cette base est la seule, parmi celles que l'on trouve le plus souvent dans les analyses, qui forme avec l'acide perchlorique un sel insoluble dans l'alcool, il conseilla de faire passer les bases à l'état de perchlorates, en employant au besoin les perchlorates d'argent et de baryte pour éliminer et doser le chlore et l'acide sulfurique, et d'achever par l'alcool à 40 degrés la précipitation du perchlorate de potasse. Adopté à l'époque de sa publication, ce mode de dosage semble délaissé aujourd'hui. Peut-être Serullas a-t-il eu le tort de ne pas citer dans son Mémoire des résultats d'analyse en chiffres, manière la plus efficace de fixer le mérite d'une méthode; mais ce qui a manqué surtout à son procédé, c'est, je crois, le réactif sur l'emploi duquel il est fondé. L'acide perchlorique, en effet, n'a été longtemps qu'un produit de collection, d'une pureté fort douteuse; et, malgré le beau travail de M. Roscoë, qui a donné le moyen de l'extraire à l'état de pureté du chlorate de potasse, il n'a pas pris sa place parmi les produits chimiques qui alimentent nos laboratoires.

» Je vais montrer que le procédé de Serullas devient l'un des plus précis de l'analyse, quand on emploie l'acide perchlorique pur fourni par le perchlorate d'ammoniaque. Je décrirai plus loin une préparation de ce sel qui permettra d'en faire un produit marchand; le supposant obtenu et pur, j'en décrirai d'abord l'emploi.

» M. H. Sainte-Claire Deville a enseigné depuis longtemps à détruire l'ammoniaque dans les analyses par l'eau régale faible; je transforme ainsi, en quelques minutes, le perchlorate d'ammoniaque en un mélange d'acides perchlorique, nitrique et chlorhydrique. Or, par sa fixité et son énergie plus grandes, l'acide perchlorique chasse absolument les acides nitrique et

chlorhydrique de leurs combinaisons salines : le mélange des trois acides se comporte, vis-à-vis des nitrates et des chlorures, comme de l'acide perchlorique seul, et les bases sont totalement transformées en perchlorates, pour peu que l'équivalent d'acide dépasse celui des bases, et à condition que la chaleur soit poussée à un degré suffisant. On voit par là qu'il est inutile d'avoir recours aux perchlorates d'argent et de baryte, ainsi que le conseille Serullas, pour doser, au début de l'analyse, le chlore et l'acide sulfurique. Le chlorure de baryum et le nitrate d'argent peuvent ici remplir leur office ordinaire, puisque les acides chlorhydrique et nitrique qu'ils introduisent seront plus tard chassés par l'acide perchlorique.

» Je considère maintenant un mélange de chlorures ou de nitrates de potasse ou de soude. Je suppose qu'on a concentré la dissolution sur le bain de sable, dans une petite capsule de porcelaine tarée. On y verse le mélange des trois acides, et l'on évapore. Lorsque la matière est presque sèche, il s'en dégage des fumées blanches épaisses : c'est le signe que l'acide perchlorique est en excès, et que la transformation des sels est complète. Quand ce dégagement a pris fin, on laisse refroidir, et on lave le perchlorate de potasse en plusieurs fois par de petites quantités d'alcool à 36 degrés, que l'on décante sur un petit filtre : celui-ci retient les parcelles de sel potassique entraînées. Plus la soude est abondante, plus le perchlorate de potasse en retient dans ses cristaux. Aussi, convient-il de dissoudre à chaud, dans le moins d'eau possible, le perchlorate à peu près lavé, et d'évaporer à sec. Deux lavages à l'alcool achèvent ensuite la purification du sel. On dissout par quelques gouttes d'eau bouillante le perchlorate entraîné sur le filtre ; on les reçoit dans la capsule, on évapore de nouveau à sec et on chauffe jusqu'à 250 degrés environ ; le sel est alors absolument desséché et bon à peser. La dissolution alcoolique de perchlorate de soude est vaporisée dans un petit matras à long col, où le sel est ensuite décomposé par la chaleur ; on reprend par l'eau, et l'on évapore dans une capsule de platine. Mais le chlorure de sodium ainsi obtenu contient le plus souvent quelques traces de perchlorate ; il convient, pour avoir un dosage exact, de le transformer en sulfate. Au lieu de décomposer le perchlorate de soude par la chaleur, on peut le traiter directement par l'acide sulfurique, en opérant dans la porcelaine.

» Voici des résultats d'analyse :

Opéré sur $643^{mg},2$ chlorure potassium.		Trouvé.		Chlor. potass.
» $385^{mg},5$ chlorure sodium.	Perchl. potasse..	$1193^{mg},9$	=	$643^{mg},2$.
Employé $2^{gr},2$ perchl. d'ammoniaque.				Chlor. sodium.
» 30^{cc} d'alcool à $36°$.	Sulfate de soude.	$467^{mg},8$	=	$385^{mg},4$.

Opéré sur 35^{mg},8 chlorure potassium.	Chlor. potass.
» 1296^{mg},7 chlorure sodium.	Perchl. potasse.. 64^{mg},0 = 34^{mg},5.
Employé 3^{gr} perchl. ammoniaque.	Chlor. sodium.
» 40^{cc} d'alcool à 36°.	Sulfate de soude. 1570^{mg},5 = 1294^{mg}.
Opéré sur 777^{mg},2 chlorure potassium.	Chlor. potass.
» 2^{mg},3 chlorure sodium.	Perchl. potasse.. 1143^{mg},0 = 777^{mg},0.
Employé 2^{gr} perchl. ammoniaque.	Chlor. sodium.
» 20^{cc} d'alcool à 36°.	Sulfate de soude. 2^{mg},9 = 2^{mg},4.

» On voit que le procédé par l'acide perchlorique permet de séparer la potasse et la soude, lors même que l'une des bases est en quantité très-faible par rapport à l'autre; j'ai même pu constater que mon chlorure de potassium, bien que purifié par trois cristallisations, contient encore des traces de soude. En effet, 3^{gr},5 de ce sel transformés en perchlorate ont abandonné à l'alcool 5 milligrammes de perchlorate de soude équivalant à 2^{mg},5 de chlorure de sodium. Cette soude ne provenait pas des vases, car une expérience à blanc faite avec les réactifs employés n'a rien donné.

» Lorsque la potasse et la soude sont accompagnées d'acide sulfurique ou d'acides fixes, ceux-ci doivent être d'abord éliminés par les procédés en usage. J'ai constaté que la présence de la chaux, de la baryte, de la magnésie ne gêne en aucune façon l'exacte séparation du perchlorate de potasse. En voici un exemple :

Opéré sur :

	mg
Chlorure de potassium....................	83,5
Sulfate de magnésie......................	574,0
Chlorure de sodium.......................	1298,0
Chlorure de calcium......................	233,0

Après élimination de l'acide sulfurique par le chlorure de baryum et conversion des bases en perchlorates, on trouve

Perchlorate de potasse 153^{mg},1 = 82^{mg},4 chlorure de potassium.

» Je ferai remarquer que la séparation de la potasse peut se faire presque au début d'une analyse, et qu'ainsi le procédé devient très-expéditif quand il s'agit seulement de déterminer cette base.

» *Préparation du perchlorate d'ammoniaque.* — Elle comporte trois opérations : préparation du chlorate de soude, transformation par la chaleur du chlorate en perchlorate, transformation du perchlorate de soude en perchlorate d'ammoniaque par le chlorhydrate d'ammoniaque.

» Le chlorate de soude peut être obtenu en grande quantité, soit en

traitant par le sel de soude le mélange de chlorure et de chlorate calciques que donne la dissolution d'hypochlorite de chaux saturée de chlore et portée à l'ébullition, soit en saturant directement de chlore le sel de soude. On lit dans plusieurs traités de chimie qu'il est difficile de séparer le chlorure et le chlorate sodiques produits en même temps; c'est une erreur réfutée par les chiffres suivants :

	Chlorate de soude.	Chlorure de sodium.
100 d'eau dissolvent à la température de 12 degrés....	89,3	»
100 d'eau, à 12 degrés, agitée avec des excès de chlorate et de chlorure..............................	50,75	24,4
100 d'eau bouillante sur un excès des deux sels, à 122°.	249,6	11,5
100 d'eau de cette dissolution bouill. refroidie à 12°..	68,6	11,5

» D'où l'on voit que 100 d'eau saturée à 122 degrés de chlorate, en présence de chlorure, déposent par le refroidissement 181 de chlorate, et que le sel marin reste tout entier en dissolution. N'est-il pas évident, d'après ces résultats, que la séparation des deux sels ne présente aucune difficulté et rentre dans la classe des opérations les plus familières aux fabricants de produits chimiques?

» La transformation du chlorate de soude en perchlorate par la chaleur est semblable à celle que subit le chlorate de potasse dans les mêmes conditions; elle m'a même paru plus nette, en ce sens que le dégagement d'oxygène devient presque nul, quand la matière a pris la consistance pâteuse.

» Le résultat de l'opération est un mélange de chlorure de sodium, d'un reste de chlorate, et surtout de perchlorate. On reprend par le moins d'eau possible; après digestion, on obtient une dissolution sirupeuse de perchlorate; la majeure partie du chlorure et du chlorate en est exclue, et demeure à l'état de précipité cristallin qu'on sépare par l'égouttage sur un entonnoir. La dissolution, mêlée à chaud avec de l'eau bouillante saturée de sel ammoniac, laisse déposer, par le refroidissement, de gros cristaux de perchlorate d'ammoniaque.

» Un chimiste pratiquant une fois ce procédé perdra la moitié des matières; il retirera 250 à 300 grammes de perchlorate d'ammoniaque de 1 kilog. de chlorate de soude; mais, en fabrique, on opère, même pour des produits très-secondaires, dans des proportions qui comportent une certaine suite des opérations; on peut y laver méthodiquement les dépôts salins successifs, et utiliser les eaux mères. Si j'indique le chlorhydrate d'ammoniaque pour la transformation du perchlorate de soude, c'est parce

que l'eau mère, bouillie avec du carbonate de soude pour éliminer l'ammoniaque, ne contiendra pas d'autre sel que le chlorure, le chlorate et le perchlorate sodiques, et pourra, dès lors, être employée à dissoudre de nouveau perchlorate de soude.

» Lorsque le perchlorate d'ammoniaque cristallise en présence de sels potassiques, il entraîne de la potasse dont on ne peut plus le débarrasser par des cristallisations répétées; il est donc essentiel que le chlorate de soude, point de départ du travail, soit exempt de potasse. On vérifiera sa pureté par le procédé même de Serullas, que je m'efforce aujourd'hui de rendre aux analystes. Une seconde cristallisation suffit pour sa purification.

» Pour vérifier la pureté du perchlorate d'ammoniaque, on le décompose par l'eau régale faible, et l'on évapore à sec; il ne doit laisser aucun résidu. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Observations nouvelles sur la prédominance alternative de l'acide nitreux et de l'acide nitrique dans les eaux de pluie.* Note de M. **Chabrier.** (Extrait.)

« Pendant la période récente de mes observations, aussi bien que dans celles qui l'ont précédée, lorsque le temps était calme ou que les orages étaient lointains, l'acide nitreux se trouvait presque toujours en excès plus ou moins grand, par rapport à l'acide nitrique; celui-ci, au contraire, était en proportion dominante dans les pluies d'orage, surtout lorsqu'elles étaient recueillies au centre même de la tempête, ou par les grands vents.

» Ces observations ne souffrent que peu d'exceptions, malgré les influences complexes de l'air en mouvement, de l'humidité et de l'électricité atmosphérique, influences qui s'exercent d'une manière inégale sur la production de l'un ou l'autre des deux acides en question (1).

» Le rôle des saisons, dans la production plus ou moins active de l'acide nitrique et de l'acide nitreux, se réduit donc au plus ou moins de chaleur, d'humidité et d'électricité que renferme l'atmosphère, à l'époque et dans le lieu où on l'observe. Favorables à la production de l'acide nitreux, quand elles sont accompagnées d'un temps calme et couvert, d'une température

(1) Les tableaux numériques qui donnent les résultats de ces observations trouveront place dans la Note complète, qui doit être insérée prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

moyenne et d'un état hygrométrique élevé, les saisons secondent au contraire la formation de l'acide nitrique, lorsque leur température s'élève, lorsque l'air s'agite violemment et que le temps devient sec et orageux. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur les propriétés des huiles siccatives.* Lettre de **M. Sacc** à M. Chevreul.

« Vous m'avez montré, il y a un an, les essais que vous faisiez à cette époque sur l'oxydation de l'huile de lin cuite et appliquée sur des surfaces de nature différente. Ces expériences, dans lesquelles vous avez développé votre sagacité et votre finesse d'observation habituelles, ont d'autant plus excité mon intérêt, que je poursuis depuis trente ans des expériences relatives à la cause de la transformation de l'huile de lin en vernis.

» Généralement, on admet que la résinification des huiles siccatives est due uniquement à une absorption d'oxygène; mais, s'il en est ainsi, pourquoi les cuire, et pourquoi, quand on les cuit trop, deviennent-elles visqueuses, pour se changer ensuite en véritable caoutchouc. C'est pour répondre à ces dernières questions que j'ai entrepris les expériences suivantes.

» D'abord, j'ai voulu m'assurer des pertes que subit l'huile de lin dans l'opération de la cuisson, et j'ai opéré comme suit : dans une marmite, en fer, j'ai versé 2500 grammes d'huile de lin brute, avec laquelle j'avais broyé 30 grammes de litharge et 30 grammes de minium, desséchés au rouge et broyés en poudre fine. On a chauffé le tout sur un feu de charbon doux, et en agitant sans cesse. L'ébullition s'étant prolongée pendant dix minutes, on laissa refroidir en vase clos, et l'on pesa après vingt-quatre heures : l'huile n'avait perdu que 60 grammes, perte si faible qu'elle permet de regarder l'huile de lin cuite comme une simple modification isomérique de celle qui est crue. Poursuivant cette idée, nous avons concentré des échantillons de cette huile de lin, cuite et filtrée au papier, dans une casserole d'argent, et nous avons trouvé qu'elle prend la consistance de mélasse lorsqu'elle a perdu 5 pour 100 de son poids; et qu'elle se change en caoutchouc lorsqu'elle a perdu 12 pour 100.

» Quant à la faculté siccative de ces différentes préparations appliquées sur la même planche de bois de sapin, nous avons trouvé, au bout de vingt-quatre heures, l'huile de lin cuite transformée en beau vernis transparent; celle qui était visqueuse n'était pas résinifiée au bout de quinze jours, et celle qui avait passé à l'état de caoutchouc est restée telle quelle; d'où il est aisé de conclure que ce n'est pas en concentrant l'huile de lin qu'on augmente

sa propriété siccative. Il faut donc en revenir à attribuer, comme de Saussure, la résinification de l'huile de lin à une absorption d'oxygène qui doit être d'autant plus rapide que la couche d'huile est plus mince, et la température de l'air ambiant plus élevée.

» Pour prouver le fait, on a pris deux planchettes de sapin rabottées avec soin, épaisses de 1 centimètre et possédant une surface de 875 centimètres carrés. La planche n° 1 pesait 466 grammes et la planche n° 2 480 grammes; après avoir été vernies avec soin, elles pesaient :

N° 1, 473 grammes, N° 2, 483 grammes.

» Au bout de quarante-huit heures passées dans une salle où la température ne descend pas au-dessous de + 15 degrés C., elles ne pesaient plus, le n° 1, que 466 grammes, et le n° 2, que 481 grammes, en sorte que, bien loin d'avoir augmenté de poids, la première de ces planches aurait perdu 7 grammes, et la seconde, 2 grammes. Cela était si extraordinaire, qu'on répéta l'expérience : on donna une seconde couche d'huile, après laquelle le n° 1 pesait 470 grammes, et le n° 2, 485 grammes. Après quarante-huit heures, passées dans les mêmes conditions que précédemment, les planchettes pesaient 466 et 481 grammes, en sorte que leur poids aurait encore diminué de 4 grammes pour chacune d'elles. Sachant, par l'expérience directe, que l'huile de lin cuite augmente de poids au contact de l'air, dont elle fixe l'oxygène, je ne pus attribuer la diminution de poids des planchettes, après le vernissage, qu'au déplacement de leur eau hygrométrique par le vernis, et j'eus recours, pour trouver la vérité, à un corps non poreux.

» Je pris deux plaques minces de zinc, de 988 centimètres carrés, pesant, avant le vernissage :

N° 1, 418 grammes, N° 2, 425 grammes;

après le vernissage :

N° 1, 422 grammes, N° 2, 430 grammes.

Quarante-huit heures plus tard, et quand le vernis fut sec, elles pesaient :

N° 1, 424 grammes, N° 2, 432 grammes.

Ce qui permet d'établir que l'huile de lin, en se résinifiant, absorbe moitié de son poids d'oxygène. Répétée deux fois, cette expérience a donné identiquement les mêmes chiffres.

» Plus les couches d'huile sont minces, plus aussi elles *sèchent* vite; il y a donc perte de temps et d'huile à donner des couches épaisses, et toute l'utilité de l'essence de térébenthine dans la préparation des vernis gras pourrait bien se réduire à les diviser, pour en faciliter l'oxydation. L'expérience est facile à faire : on met, dans une casserole à fond plat, de l'huile de lin cuite; au bout de vingt-quatre heures, il s'est formé à sa surface une couche de résine qui n'augmente plus, sans doute parce qu'elle est imperméable à l'air : telle est la cause pour laquelle les tableaux des peintres qui mettent trop de couleur sur leurs toiles se fendent.

» L'oxydation est d'autant plus active que la température ambiante est plus élevée : à + 5 degrés C., elle est exactement moitié moins rapide qu'à + 15 degrés C., ce qui justifie la pratique des vernisseurs qui, en hiver, mettent les meubles vernissés dans des appartements chauffés, et, en été, les exposent au soleil. »

M. P. Thenard, à la suite de l'exposé, fait par M. le Secrétaire perpétuel, du travail de M. Sacc, ajoute :

« Dans mon pays, en Bourgogne, on fait un fréquent usage de l'huile de lin lithargyrée et *surcuite* pour peindre les voitures légères; c'est en 1853 que j'ai introduit cette pratique, qui s'est répandue depuis.

» Ce que cette peinture a de remarquable, c'est que, bien que ne se séchant jamais et faisant toujours vernis, elle ne fixe pas la poussière.

» Depuis 1860, j'ai une salle à manger lambrissée en chêne et peinte ainsi : cette couleur ou plutôt ce vernis ne s'est jamais séché, ce qui n'empêche pas que, par un simple coup de brosse pour enlever la poussière, il reprend tout son brillant, en sorte que la pièce paraît aujourd'hui aussi neuve que le premier jour.

» J'ajoute que le parquet de cette même salle à manger, qui est aussi en chêne, a été passé à deux couches d'huile de lin lithargyrée, mais non *surcuite*. Ce parquet, au contraire des boiseries, est très-sec; il rentre donc dans le cas ordinaire, et les boiseries font avec lui un singulier contraste, qu'il peut être intéressant de signaler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits pour servir à l'histoire des phénols*. Note de **MM. Dusart** et **Ch. Bardy**, présentée par M. Cahours.

« On a désigné sous le nom générique de *phénols* une classe de corps déjà nombreux ayant entre eux, soit par leur mode de génération, soit par

les propriétés physiques et chimiques, un grand nombre de caractères communs qui leur donnent une physionomie spéciale. Quoique l'histoire de la plupart des corps connus soit déjà riche de faits, la fonction chimique du groupe n'est pas encore déterminée, et c'est ainsi qu'on désigne indifféremment le corps qui a servi de type sous les noms d'*hydrate de phényle*, d'*acide phénique*, de *phénol*, et d'*acide carbolique*, sans toutefois qu'aucun de ces noms préjuge une fonction bien définie.

» De l'ensemble des faits connus autant que de ceux qu'il nous a été donné d'observer, il résulte pour nous que les phénols tiennent en partie des propriétés de l'hydrocarbure dont ils dérivent et de celles de l'alcool dont ils ont la composition. Ils forment le terme de passage, en procédant de l'un et de l'autre types, mais en offrant aux réactions des affinités plus limitées.

» Ainsi, les combinaisons monochlorées, bromées et iodées obtenues par action directe sur les hydrocarbures, et qui sont identiques aux produits dérivés des phénols dont ils représentent les éthers, sont susceptibles d'échanger un équivalent d'hydrogène contre le corps AzO^4 en donnant naissance à des composés nitrochlorés, bromés et iodés dont la réduction amène la formation d'alcaloïdes chlorés, bromés et iodés identiques à ceux obtenus en partant de l'alcaloïde résultant de l'action de l'acide nitrique fumant sur les hydrocarbures. Cette analogie va même plus loin, puisqu'on rencontre ordinairement dans les alcaloïdes ainsi obtenus les deux isomères solides et liquides qu'on produit également par les hydrocarbures. D'un autre côté, nous trouvons dans les phénols, et à un degré élevé, cette même facilité à fixer la molécule AzO^4 en donnant des dérivés qui présentent eux-mêmes des cas d'isomérie que nous retrouvons également dans les dérivés sulfuriques des phénols.

» Les faits que nous apportons ont trait à la fonction que les phénols peuvent exercer en jouant le rôle d'un alcool. Dans les réactions qu'ils produisent, le jeu des affinités n'est pas encore aussi intense que pour les alcools ordinaires, et ce n'est qu'en faisant intervenir largement le temps et la température qu'on parvient à vaincre l'inertie de leurs molécules.

» La plupart de nos expériences ont porté sur le phénol proprement dit et quelques-unes sur le naphtol.

» Si l'on sature d'acide chlorhydrique un mélange de phénol et d'alcools méthylique, vinique ou amylique, et qu'on expose le produit dans des tubes scellés à la lampe à la chaleur d'un bain d'eau bouillante, on obtient des

éthers doubles qui paraissent identiques à ceux découverts par M. Cahours dans la distillation des salycilates.

» Par l'action de l'acide chlorhydrique fumant sur le phénol à 200 degrés, on en obtient l'éthérification, en produisant l'éther chlorhydrique $C^{12}H^5Cl$.

» Un mélange intime de sulfophénate et d'acétate de plomb donne à la distillation sèche de l'acétate de phényle.

» Le même éther se produit par l'action de l'acide chlorhydrique fumant sur un mélange d'acide acétique cristallisable et de phénol à la température de 180 degrés.

» Le sulfophénate de soude ou de plomb et le cyanure de potassium produisent du benzonitrile.

» Quand on chauffe vers 225 degrés le sulfophénate de soude desséché à 125 degrés avec de l'aniline, on obtient de la diphénylamine.

» Avec les sulfonaphtolates (modifications A et B) et l'aniline, on donne naissance à des alcaloïdes isomériques renfermant le résidu naphtyl dans leur molécule.

» Un mélange de 1 partie de chlorhydrate d'aniline, 2 parties de phénol et 1 partie d'acide chlorhydrique fumant exposé à la température de 250 degrés donne également de la diphénylamine. Dans ce cas, l'acide joue le rôle d'agent éthérifiant, car en son absence la réaction ne s'opère nettement qu'au-dessus de 300 degrés.

» Quand, d'un autre côté, nous prenons comme réactifs le chlorure ou l'iodure de phényle (ce dernier s'obtient facilement par l'action du chlorure d'iode ICl sur la benzine), nous observons les faits suivants :

» Le chlorure de phényle et l'aniline, passant dans un tube chauffé dans un bain métallique avant le rouge naissant, réagissent l'un sur l'autre en donnant de la diphénylamine.

» Les mêmes corps et le sodium réagissent déjà à froid, en produisant le même alcaloïde.

» Enfin, à la température de 280 degrés, l'iodure de phényle et l'aniline forment également de la diphénylamine.

» Ainsi, comme nous le disions en commençant, si les phénols conservent encore, soit dans leur molécule intacte, soit dans les produits de leur transformation, certaines propriétés de l'hydrocarbure dont ils dérivent, ils possèdent aussi une tendance réelle à se prêter aux réactions caractéristiques des alcools, mais avec une force d'affinité beaucoup moins grande.

» Nous espérons apporter prochainement à l'Académie d'autres faits se rattachant à l'histoire de cette intéressante classe de corps. »

PHYSIQUE. — *Sur des sons musicaux produits lors de l'ouverture de la soupape pendant des ascensions aérostatiques.* Note de **M. W. de Fonvielle.** (Extrait.)

« Dans une de mes ascensions aérostatiques, j'ai nettement entendu un son musical très-pur et très-intense se produire lors de l'ouverture de la soupape. Le même phénomène a été observé par M. Gladsher, qui l'a signalé dans des Rapports à l'Association Britannique.

» Il me semble évident que ce son se produit lorsque l'ouverture de la soupape a été assez brusque pour que le lest qui la garnit se soit complétement détaché, et que les arêtes vives qui terminent le siége ainsi que les clapets aient été mis à nu. Il faut encore que la veine gazeuse qui remplace la soufflerie d'air sorte avec une énergie suffisante. Comme le ballon peut être assimilé à une énorme caisse sonore, le son produit acquiert facilement une intensité assez grande.

» Supposons qu'on ait disposé au-dessus de la soupape un plan très-mince, de manière à recevoir convenablement le choc de la veine gazeuse : on produirait des sons dans toutes les circonstances où il sortirait la moindre quantité de gaz. Cette construction devrait être faite au-dessus d'une petite soupape supplémentaire, pratiquée dans la traverse de la grande. La nécessité de cette soupape additionnelle est maintenant admise par tous les aéronautes; la seule innovation serait de la pourvoir d'une espèce de sifflet ou d'avertisseur, permettant de donner des renseignements immédiats sur les mouvements du ballon. Elle aurait l'avantage de servir à étudier beaucoup de phénomènes physiques importants, dépendant de la constitution du milieu ambiant, de la vitesse absolue du ballon, de la manière dont il sera fermé ou ouvert à la partie inférieure, de la nature des gaz qu'il renferme, etc.

» Ces remarques m'ont été suggérées par la lecture d'un Mémoire de M. Sondhaus, publié dans les *Annales de Poggendorf* en 1854, et analysé par M. Masson dans le XLIe volume de la 3e série des *Annales de Physique et de Chimie*. Ce physicien analyse les sons produits par une soufflerie dans un tuyau ouvert par le bas et dont l'extrémité supérieure est formée par une paroi mince percée d'un trou à arêtes vives. Il obtient beaucoup plus facilement des sons plus intenses en présentant un plan mince à la veine fluide, à sa sortie de l'orifice; mais il a toujours des sons lorsque le courant d'air a une certaine énergie et lorsque les arêtes de l'orifice sont vives. »

MÉDCINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la greffe épidermique.* Note de **M. L. Reverdin**, présentée par M. Claude Bernard.

« Il y a deux ans (8 décembre 1869) nous avons présenté à la Société de Chirurgie un malade sur lequel nous avions pratiqué l'expérience suivante. Nous avions appliqué sur une plaie bourgeonnante un petit lambeau formé des parties superficielles du tégument, de 2 à 3 millimètres carrés, enlevé avec une lancette; ce lambeau devint adhérent, et l'on vit se former autour de lui un îlot de cicatrices. Nous avons répété cette expérience sur un grand nombre de plaies, et ce procédé susceptible d'applications pratiques variées a été adopté par plusieurs chirurgiens français et étrangers. Dans ces derniers temps nous avons fait des expériences sur des animaux, nous avons étudié le processus histologique, et ce sont les résultats que nous avons obtenus qui font le sujet de ce travail.

» Nous devons dire d'abord que les lambeaux comprennent l'épiderme, plus une couche plus ou moins épaisse de derme; il est à peu près impossible en pratique de faire autrement.

» Nos expériences nous ont démontré que les lambeaux peuvent être empruntés soit à des individus différents de la même espèce, soit à des individus d'espèces différentes. Sur l'homme blanc, nous avons réussi à greffer des lambeaux provenant d'autres blancs, de nègres, de lapins. Sur le lapin, nous avons pratiqué avec succès des greffes empruntées au lapin, à l'homme, au chat; sur le mouton, nous avons greffé des lambeaux provenant de l'homme.

» Quand une greffe réussit, au bout de vingt-quatre heures elle est adhérente (si elle ne l'est pas, on peut encore la remettre en place et la voir prendre); elle est gonflée et ridée; vers le troisième jour, il commence à se former autour d'elle un cercle rouge lisse, et la greffe s'enfonce au-dessous du niveau des bourgeons; le lendemain, le cercle de la veille est devenu gris nacré, et prendra, peu à peu, une couleur blanche; l'aréole rouge s'est avancée, et ainsi de suite absolument comme pour la cicatrice marginale.

» Les îlots ainsi constitués sont assez régulièrement circulaires, quand la greffe est placée loin du bord de la plaie; si elle en est près ou si les deux greffes sont voisines, le développement de l'épiderme est plus rapide sur le côté où les deux cicatrices se regardent, les îlots s'allongent, la cicatrice marginale envoie un prolongement, et à un moment donné, il se forme dans ces points, des points cicatriciels, quelquefois très-longs et très-étroits.

» Quant aux greffes empruntées à une peau pigmentée (nègre, chat

noir), nous avons vu, peu à peu, le lambeau se décolorer, et devenir tout à fait blanc; les îlots formés autour ne présentaient pas de coloration particulière.

» Voici maintenant les résultats de l'examen microscopique. (Les pièces provenant de l'homme et du lapin ont été durcies dans l'acide chromique au cinq centième, et les coupes colorées au carmin ou au picrocarminate d'ammoniaque; nous avons en outre étudié des coupes fraîches.)

» Sur une coupe de greffes datant de quarante-huit heures, on voit : les cellules épidermiques du lambeau, en desquamation; leurs noyaux présentent la transformation vésiculeuse; sur les bords du lambeau l'épiderme se prolonge à une petite distance sur les granulations, mais en outre il a bourgeonné entre le derme et les granulations, et envoie à ce niveau un prolongement plus ou moins profondément. Si la coupe, au lieu de tomber à une certaine distance du bord du lambeau, est tombée juste sur ce bord, les deux bourgeons d'enchâssement n'en font qu'un, et le derme est compris entre deux couches d'épiderme. Ce fait indique que le lambeau est en quelque sorte enchâssé sur tout son pourtour par le bourgeonnement épidermique profond dont nous parlons.

» C'est par ce moyen que paraît se souder la greffe au début, car d'une part ces bourgeons sont en connexion intime avec le tissu embryonnaire de la plaie, et, d'autre part, à cette époque, le derme ne présente ni modification ni apparence de soudure.

» L'épiderme s'étend ensuite de proche en proche à la surface de la plaie, et, sur une greffe datant de six jours, voici ce qu'on observe : même desquamation, même état vésiculeux; les deux bourgeons d'enchâssement se sont développés; plus loin, s'étend une couche d'épiderme d'épaisseur irrégulière; de sa face profonde, partent de nouveaux bourgeons, quelquefois très-volumineux et très-irréguliers, qui pénètrent dans le tissu embryonnaire; au fond des bourgeons, on trouve assez souvent des globes épidermiques rappelant ceux du cancroïde. A la limite de l'îlot, la couche épidermique s'élargit et se dissout, plus ou moins, en formant une sorte d'éventail.

» En étudiant à un fort grossissement la constitution de cet éventail, on voit qu'il est formé par des cellules épidermiques volumineuses, non dentelées, paraissant sphériques, renfermant un gros noyau rond; elles se colorent en rose par le carmin; par leur forme, leur volume et leur noyau rond, elles diffèrent de l'épiderme plus ancien; par leur coloration, leur

noyau unique, des cellules embryonnaires; celles-ci, au voisinage de l'épiderme nouveau, nous ont présenté quelquefois un noyau en biscuit, mais petit. On trouve par place quelques-unes de ces grosses cellules épidermiques à noyau rond dans les couches profondes de l'épiderme un peu plus ancien de l'îlot. L'éventail, en s'applatissant en couches stratifiées, concourt probablement à l'enfoncement de l'îlot au-dessous des bourgeons.

» Jamais nous n'avons vu ni cellules épidermiques en voie de prolifération, à plusieurs noyaux, ni rien qui indique d'autre part la formation dans un blastème.

» Nous n'avons pas vu non plus un réseau particulier indiqué par M. Colrat (*Th.*, Montpellier, 1871); il y a bien un réseau, artificiel ou non, mais dans toute l'étendue des bourgeons.

» Quant au derme, au bout de six jours on le trouve transformé; des vaisseaux embryonnaires en continuité avec ceux des bourgeons charnus le sillonnent; les éléments, à part les fibres élastiques, sont remplacés par des éléments semblables à ceux des bourgeons charnus; il est revenu presque complétement à l'état embryonnaire.

» Il résulte de cet examen histologique :

1° Que l'adhérence des greffes se produit en premier lieu par l'épiderme, et seulement secondairement par le derme;

2° Que l'épiderme agit par action de contact (action catabiotique, Gubler) pour déterminer les surfaces embryonnaires contiguës avec lui à se transformer en épiderme.

» Ce travail a été fait au Collége de France, sous la direction de M. Ranvier, dans le laboratoire de médecine expérimentale de M. Claude Bernard. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la germination des graines submergées pendant l'inondation de 1870-1871 ; par* **M. JOSEPH-LAFOSSE.**

« Les environs de Carentan furent inondés pour la défense de la presqu'île de Cherbourg. Lorsque l'eau d'inondation, après avoir recouvert nos terrains pendant près de six mois se fut écoulée, un triste spectacle s'offrit aux regards, et l'on se représentait involontairement l'état de la terre après le déluge. Tout était mort, les arbres et les arbustes n'offraient plus que des rameaux secs, auxquels pendaient des draperies d'algues d'eau douce: le tapis d'herbes vertes était remplacé par un sol de boue recouvert d'un

épais limon, qui, en se desséchant, présenta l'aspect d'une immense feuille de parchemin blanchâtre tendue sur tout le pays.

» Au bout de quelques semaines la couche de limon desséché se fendilla, et bientôt je fus frappé par le nombre de jeunes plantes qui commençaient à germer dans les places où le sol se trouvait à découvert.

» Ce furent surtout les Renoncules rampantes (*Ranunculus repens* L.), vulgairement appelées *Pieds-de-Coq*, qui apparurent en nombre incalculable; les prairies en furent infestées, et là où auparavant l'on n'en voyait pour ainsi dire pas, il s'en trouvait de véritables fouillis.

» Par contre, des Légumineuses excellentes pullulèrent également; les différentes sortes de Trèfles qui croissent dans nos prairies (*Trifolium album* L., *T. repens* L., *T. pratense* L., *T. fragiferum*) devinrent plus nombreuses que je ne les eusse jamais remarquées.

» Enfin, plus tard, mais lentement et peu à peu, les graminées reparurent, les unes repoussant de racines, les autres de graines.

« Dans mon parc, l'effet de la submersion sur certaines espèces de graines était encore plus marqué.

» Il y avait, dans cette partie que j'appelle la *vallée de la Grotte*, un massif de *Lobelia* (*L. Erinus* L.), jolie fleur bleue, originaire du Cap; naturellement les plantes avaient péri, mais bientôt les graines de *Lobelia* levèrent si serrées qu'elles n'avaient pas la place de pousser et qu'il fallut en arracher quatre-vingts sur cent. Je retrouvai des groupes de *Lobelia* dans des endroits écartés et assez distants du massif d'où provenaient les graines.

» Je fis la même observation par rapport à des massifs de différentes espèces de Mimulus (*Mimulus luteus* L., *M. cardinalis* Douy., *M. moschatus* L.).

» Dans des rocailles se trouvait une touffe de Pariétaires; la graine s'en répandit fort loin, et des milliers de jeunes plantes levèrent.

» Les parties basses des massifs de terre de bruyère, là où plus rien n'était vivant, se couvrirent d'un épais gazon formé exclusivement par le *Cardamine hirsuta* L.

» Dans la portion de mon étang où se trouvent des îles, portion qui avait été longtemps et complétement submergée, je remarquai que la Monnaie-du-Pape (*Lunaria biennis* L.) s'était propagée en abondance. Les Ébéniers (*Cytisus Laburnum*, L.), Sureaux, Syringas, Chênes, Ormes, Épines, Épines-vinettes, Saules, Lierre commun et *Leycesteria formosa* Wall., arbuste du Népaul, levaient partout. Les Ébéniers, entre autres, se montraient en si

grand nombre que, dans un mètre carré, l'on pouvait compter plusieurs centaines de jeunes plants.

» Il y a là des faits qui semblent indiquer que certaines espèces de graines, loin de perdre leurs facultés germinatives par un séjour prolongé dans l'eau (1) paraissent, au contraire, s'en trouver parfaitement, y gagner de la vitalité, et lever ensuite plus facilement et en plus grand nombre.

» Ne serait-ce pas là un problème que l'expérience seule résoudra? Le cultivateur comme le jardinier, la grande et la petite culture sont intéressés à cette solution. Si l'on faisait longuement macérer des graines de Trèfle, par exemple, il semble que le résultat, s'il était conforme à ce que j'ai observé, serait très-avantageux pour la formation des prairies artificielles; il devrait en être de même pour un très-grand nombre d'autres espèces de graines que l'expérience fera connaître.

» Comme le bien naît quelquefois d'un mal, il serait heureux que cette inondation entreprise pour protéger Cherbourg aux dépens du Cotentin, fournît du moins l'occasion de constater un fait dont l'application fût de quelque utilité générale. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Contribution au métamorphisme météorique.* Note de **M. St. Meunier**. (Extrait par l'auteur.)

« ... Je viens aujourd'hui faire connaître le produit du métamorphisme incomplet de l'aumalite, produit qui, pour cette roche, correspond à la butsurite, relativement à la montréjite (2), et dont mes études m'ont démontré l'identité avec la chantonnite.

» Ce qui caractérise la chantonnite, c'est de constituer une roche grise marbrée de bandes noires contournées et irrégulières. Beaucoup de chimistes ont cherché, mais sans succès, à déterminer la nature de ces régions sombres comparées aux parties claires. Vauquelin est même allé très-loin dans cette voie, ainsi que je m'en suis aperçu tout récemment, et a observé

(1) L'analyse de l'eau à l'époque de l'inondation n'a été faite. Mais des échantillons d'eau puisée par M. Joseph-Lafosse au pont de la Barquelle, près Carentan (Manche), de demi-heure en demi-heure, le 16 novembre 1871, pendant lamarée montante, m'ont donné :

Chlorure de sodium, par litre........ $0^{gr},121$; $0^{gr},121$; $0^{gr},221$; $0^{o},366$.

En conséquence, l'eau qui a inondé sa propriété, située à Saint-Côme-du-Mont, était peu salée, et il convient de considérer les effets qu'il a observés comme étant dus à l'action de l'eau douce ou tout au plus à celle d'une eau légèrement saumâtre. (*Note de M. Dumas.*)

(2) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 508.

soixante ans avant moi (1) la transformation de la roche grise de Charsonville (chantonnite) en pierre tout à fait noire (tadjérite). Seulement, l'explication du phénomène, qui d'ailleurs ne pouvait se rattacher à rien tant que l'on ne connaissait aucune météorite noire, cette explication lui a, suivant moi, complétement échappé, puisqu'il attribue la coloration nouvelle « à un commencement d'oxydation du fer et surtout du manganèse ». J'ai déjà insisté, avant de connaître le travail de Vauquelin, sur l'inexactitude de cette interprétation (2), et il suffit de remarquer que les fragments d'aumalite chauffés *dans l'hydrogène* y deviennent noirs comme à l'air, et que les débris pierreux, empâtés au milieu même du fer de Deesa, sont complétement noirs.

» Or, si l'on chauffe dans un creuset un petit fragment d'aumalite, et que, sans dépasser le rouge, on l'y maintienne un quart d'heure environ, on constate, après refroidissement, qu'il a revêtu tous les caractères distinctifs de la chantonnite, au point qu'on ne saurait plus l'en distinguer.

» Ce fait conduit à plusieurs conséquences, dont il me suffira d'indiquer la principale, je veux parler d'une nouvelle preuve, très-concluante au point de vue de la stratigraphie des météorites, des relations de gisement originel de l'aumalite avec la chantonnite, et, par conséquent, des raisons nouvelles pour regarder cette dernière, ainsi que je l'ai fait ailleurs (3), comme la forme éruptive de l'autre. »

M. L. Henry adresse, de Louvain, une Note sur les éthers nitriques des glycols.

Pour ce qui concerne le glycol dinitrique, les résultats obtenus par l'auteur concordent avec ceux qui ont été indiqués déjà par M. Champion (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 571). Il signale en outre quelques nouveaux produits, qui seront étudiés dans un travail d'ensemble qu'il se propose de publier prochainement.

M. P. Guyot adresse une Note sur la valeur toxique de la coralline et de l'azuline.

M. A. Cousin adresse une Note sur un nouveau mode d'emploi de la gutta-percha laminée, comme agent d'occlusion.

---

(1) *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, t. XVII, p. 1 et suiv.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 339.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 590.

M. **Passot** adresse une Note sur la formation de la queue des comètes.

M. E. **de Bouÿn** adresse un Mémoire contenant la description d'un « convoi de voitures reposant sur des rails mobiles tournants ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Phillips.

M. L. **de Zeppenfel** adresse un Mémoire sur « les corps simples et leurs résultats ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Peligot.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 novembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche publicato da B. BONCOMPAGNI ; t. IV, aprile, maggio, giugno. Roma, 1871 ; 3 liv. in-4°.

Intorno ad una traduzione italiana fatta nel secolo decimoquarto del trattato d'ottica d'Alhazen matematico del secolo undecimo e ad altri lavori di questo scienziato nota di Enrico Narducci. Roma, 1871; in-4°.

Sulla costituzione fisica del sole. Communicazione del prof. L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Sulle osservazioni spettroscopiche del bordo e delle protuberanze solari fatte all' Osservatorio della Romana Universita sul Campidoglio. Nota I, II del prof. L. RESPIGHI. Roma, 1870; 2 br. in-4°.

Sulle osservazioni spettroscopiche del bordo e delle protuberanze solari fatte all' Osservatorio dell' Universita romana sul Campidoglio. Nota III et IV del prof. L. RESPIGHI. Roma, 1871 ; 2 br. in-4°.

Plantas toxicas do Brasil. These de concurso do Dr J. MONTEIRO CAMINHOA. Rio-de-Janeiro, 1871 ; in-8°.

Ueber den mergel vom Gokwe in süd Africa und seine fossilien von O. BÖTTGER. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboëk voor 1869-1870. Utrecht, 1870; 2 vol. in-4° oblong.

Laatste lijst van nederlandsche schildvleugelige insecten (*Insecta Coleoptera*) *opgemaakt door* M. S.-C. SNELLEN VAN VOLLENHOVEN. Haarlem, 1870; in-4°.

Medizinische Jahrbücher herausgegeben von der K.-K. Gesellschaft der ärzte redigirt von S. STRICKER. Jahrgang, 1871; III heft. Wien, 1871; in-8°. (Deux exemplaires.)

Schweizerische meteorologische beobachtungen; juni, juli, dezember 1870; Sans lieu ni date; 3 br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 novembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Nouveau Dictionnaire pratique de Médecine, de Chirurgie et d'Hygiène vétérinaires, publié avec la collaboration d'une société de professeurs vétérinaires et de vétérinaires praticiens; par MM. H. BOULEY *et* REYNAL. Paris, 1856 à 1871; 9 vol. in-8°.

Traité d'électricité médicale. Recherches physiologiques et cliniques; par MM. E. ONIMUS *et* Ch. LEGROS. Paris, 1872; in-8°.

Les races humaines; par M. L. FIGUIER. Paris, 1872; 1 vol. grand in-8°, illustré.

Métallothérapie. Du cuivre contre le choléra, etc.; par M. V. BURQ. Paris, sans date; br. in-8°.

Philosophie de la médecine; par M. J. BERNARD. Paris, 1871; br. in-8°.

De la fumure chimique des vignes à propos du Phylloxera; *par* M. F. BOYER. Nîmes, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Agriculture du Gard.*)

Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux; t. I à VIII. Paris et Bordeaux, 1855 à 1869; 18 liv. in-8°.

Les hommes et les actes de l'insurrection de Paris devant la psychologie morbide. Lettres à M. le Dr Moreau (de Tours); *par* M. J.-V. LABORDE. Paris, 1872; in-12.

Du rôle des microzoaires et des mycrophytes dans la genèse, l'évolution et la propagation des maladies; par M. F. DE RANSE. Paris, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Du choléra épidémique. Épidémies de 1865-1866. *Essai sur les formes cliniques et les indications thérapeutiques, par* M. A. ROBBE; *suivi d'un Mémoire sur*

la nature et le traitement du choléra-morbus; par M. le Dr J. BOULEY. Paris, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley et renvoyé au concours Bréant, 1872.)

Etude expérimentale et clinique snr l'alcoolisme. Alcool et absinthe. Épilepsie absinthique; par M. MAGNAN. Paris, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1872.)

Principes de biologie appliqués à la médecine; par M. Ch. GIRARD. Paris, 1872; in-12.

Hygiène alimentaire. Mémoire sur le chocolat, etc.; par M. A. CHEVALLIER. Paris, 1871; br. in-8°.

Rapport géologique. Afred-R.-C. Selwyn, directeur. Rapport des opérations de 1866 *à* 1869, *accompagné de cartes géologiques et topographiques, traduit de l'anglais par ordre de Son Exc. le Gouverneur général en conseil, sous la direction de la Commission géologiqne; par* MM. DORION, COURSOLLES, GINGRAS, DE SAINT-ALBIN. Canada, 1871; 1 vol. in-8°, avec cartes.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen vereins zu Heidelberg; fünfter band: 1868, oktober bis; 1871, august. Heidelberg, 1871; br. in-8°.

Note sul calcare cavernoso dei colli di Pietrasanta nelle Alpi apuane di C. DE STEFANI. Pisa, 1871; br. in-8°.

Memoria e statistica sui terremoti della provincia di Cosenza nell' anno 1870; *del* Dr D. CONTI. Cosenza, 1871; in-4°.

Thermochemiske undersogelsen, etc.; ved Julius THOMSEN. Kjöbenhavn, 1869; in-4°.

Ni tavler til oplysning af Hvaldyrenes bygning udforte til utrykte foredrag af afdode Etatsraad Dr D.-F. ESCHRICHT. Kjöbenhavn, 1869; in-4°.

Om den palantinske anthologies oprindelse, alder og forhold til maximos planudes's anthologie af Dr R.-J.-F. HENRICHSEN. Kjöbenhavn, 1869; in-4°.

Bidrag til kunds kab om fuglenes Baendelorme af H. KRABBE. Kjöbenhavn, 1869; in-4°.

Oversigt over det kongelige danske videns kabernes selskabs forhandlinger og dets medlemmers arbeider i aaret 1869, n° 3. Kjöbenhavn, sans date; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 novembre 1871.)

Page 1166; ligne 12 en remontant, *au lieu de :* 77, *lisez :* 67.
Page 1166; ligne 6 en remontant, *au lieu de :* 70, *lisez :* 77.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs aux axes harmoniques des courbes géométriques; par* **M. Chasles**.

§ 3. — *Théorèmes où interviennent des éléments de la courbe* U_m.

« 27. *Les droites menées de chaque point* a' *de la courbe* $U_{m'}$ *aux points où l'axe harmonique du point* a *coupe la courbe* U_m *enveloppent une courbe de la classe* $m'm^2$.

» 28. *L'axe harmonique d'un point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre les tangentes de* U_m *menées par le point* a', *sur une courbe de l'ordre* $m'mn$.

» 29. *Par les points où l'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre* U_m *on mène des perpendiculaires sur l'axe harmonique de* a' :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2m'm(m-1)$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $m'm(m-1)$ *à l'infini;*

» 2° *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $3m'm(m-1)$, *qui a deux points multiples imaginaires d'ordre* $m'm(m-1)$ *à l'infini.*

» 30. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre les normales*

de U_m *perpendiculaires à l'axe harmonique de* a′ *sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)(m+2n)$, *qui a, à l'infini,* m *points multiples d'ordre* $m'(m-1)$, *et* $2m'(m-1)$ *points multiples d'ordre* n.

» 31. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre les normales de* U_m, *menées par le point* a′, *sur une courbe de l'ordre* $m'm(m+n)$, *qui a* m′ *points multiples d'ordre* m *à l'infini.*

» 32. *Les axes harmoniques qui passent par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontrent les tangentes de* U_m, *menées par le point* a′, *sur une courbe de l'ordre* $2nm'^2(m-1)$.

» 33. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* U_m *en* m *points: les droites menées de ces points aux pôles de la tangente en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $2m^2(m-1)(m'-1)$.

» 34. *La normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* U_m *en* m *points: les droites menées de ces points aux pôles de la normale en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $m^2(m-1)(3m'-2)$.

» 35. *L'axe harmonique de chaque point* a *coupe* U_m *en* m *points; les tangentes en ces points rencontrent la corde* aa′ *sur une courbe de l'ordre* $2m(m'-1)+nm'(m-1)$.

» 36. *Chaque corde* aa′ *coupe* U_m *en* m *points; les tangentes en ces points rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $mm'(m-2)+2n(m'-1)$.

» 37. *Par les points où l'axe harmonique du point* a *rencontre* U_m, *on mène des parallèles à la corde* aa′: *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $m(m'm+m'-2)$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $m'm(m-1)$ *à l'infini, et* m *tangentes multiples d'ordre* $m'm+m'-2$.

» 38. *Si des points où l'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre* U_m *on abaisse des perpendiculaires sur la corde* aa′ :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m(m'm+m'-2)$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $m'm(m-1)$ *à l'infini, et* $(m'm+m'-2)$ *tangentes multiples d'ordre* m;

» 2° *Les pieds des perpendiculaires sur les cordes* aa′ *sont sur une courbe d'ordre* $m(m'm+3m'-4)$, *qui a deux points multiples, imaginaires, d'ordre* $2(m'-1)$ *à l'infini sur les points circulaires.*

» 39. *Si, par les points où chaque corde* aa′ *rencontre* U_m, *on mène des parallèles à l'axe harmonique du point* a, *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $m(m'm+m'-2)$, *qui a une tangente multiple d'ordre* $2m(m'-1)$ *à l'infini, et* $mm'+m'-2$ *tangentes multiples d'ordre* m.

» 40. *Si, des points où chaque corde* aa′ *rencontre* U_m, *on abaisse des perpendiculaires sur l'axe harmonique du point* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* m(m′m + m′ − 2), *qui a une tangente multiple d'ordre* 2m(m′ − 1) *à l'infini, et* m′m + m′ − 2 *tangentes multiples d'ordre* m ;

» 2° *Leurs pieds sur les axes harmoniques sont sur une courbe de l'ordre* 2m(m′m − 1), *qui a deux points multiples, imaginaires, d'ordre* mm′(m − 1), *à l'infini.*

» 41. *L'axe harmonique de chaque point* a *et la corde* aa′ *coupent* U_m *en deux groupes de* m *points* α *et* α′ : *les droites qui joignent les points* α *aux points* α′ *enveloppent une courbe de la classe* m(m − 1)(m′m + m′ − 2).

» 42. *L'axe harmonique de chaque point* a *et la normale de* $U_{m'}$ *au point* a′ *coupent* U_m *en deux groupes de* m *points* α *et* α′ : *les droites qui joignent les points* α *aux points* α′ *enveloppent une courbe de la classe* m(m − 1)(mm′ + 2m′ − 2).

» 43. *Les axes harmoniques de deux points* a, a′ *coupent* U_m *en deux groupes de points : les droites qui joignent les points du premier groupe aux points du second enveloppent une courbe de la classe* 2mm′(m − 1)².

§ 4. — *Axes harmoniques des points de* $U_{m'}$ *en relation avec d'autres éléments de cette courbe, points, tangentes, normales ou cordes* aa′.

» 44. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre la tangente du point* a′ *sur une courbe de l'ordre* m′m + m′ − 2.

» 45. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre la normale du point* a′ *sur une courbe de l'ordre* m′m + 2m′ − 2.

» 46. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m'}$ *en* m′ *points : les droites menées de ces points au point* a′ *enveloppent une courbe de la classe* m′m(m′ − 1).

» 47. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe cette courbe en* m′ *points : les axes harmoniques de ces points rencontrent celui du point* a′ *sur une courbe de l'ordre* m′m(m′m − m′ − 1).

» 48. *L'axe harmonique de chaque point* a *coupe l'axe harmonique de* a′ *sur une courbe de l'ordre* 2(m′m − m′ − 1).

» 49. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe les axes harmoniques qui passent par* a′ *sur une courbe de l'ordre* mm′(mm′ − m′ − 1), *qui a, sur* $U_{m'}$, mm′ *points multiples d'ordre* m′(m − 1) − 1.

» 50. *Les axes harmoniques qui passent par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupent*

les axes harmoniques qui passent par le point a′ *sur une courbe de l'ordre* $2m'^2(m-1)(m'm-m'-1]$.

» 51. *Par chaque point* a′ *de* $U_{m'}$ *on mène une parallèle à l'axe harmonique du point* a : *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* mm′.

» 52. *De chaque point* a′ *de* $U_{m'}$ *on mène la perpendiculaire à l'axe harmonique du point* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* m′m;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $m'(2m-1)$.

» 53. *Les droites menées de chaque point* a′ *de* $U_{m'}$ *aux points où l'axe harmonique de ce point rencontre les axes harmoniques qui passent par le point* a, *enveloppent une courbe de la classe* $m'^2(m^2-1)-m'm$.

» 54. *Les droites menées par chaque point* a′ *parallèlement aux axes harmoniques qui passent par le point* a, *enveloppent une courbe de la classe* $2m'^2(m-1)$.

» 55. *Si, par chaque point* a′, *on mène des perpendiculaires aux axes harmoniques qui passent par le point* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2m'^2(m-1)$;

» 2° *Leurs pieds, sur les axes harmoniques, sont sur une courbe de l'ordre* $3m'^2(m-1)$.

» 56. *Les axes harmoniques qui passent par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontrent la tangente en* a′ *sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)(2m'-1)$.

» 57. *Les axes harmoniques qui passent par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontrent la normale en* a′ *sur une courbe de l'ordre* $m'(4m'-2)(m-1)$.

» 58. *L'axe harmonique de chaque point* a *coupe la corde* aa′ *sur une courbe de l'ordre* $mm'+m'-2$.

» 59. *Si, de chaque point* a, *on mène des droites aux points où les axes harmoniques qui passent par* a′ *rencontrent la courbe* $U_{m'}$, *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $2m'(m-1)(m'-1)^2$.

§ 5. — *On considère les pôles des tangentes, normales ou cordes* aa′ *de* $U_{m'}$, *regardées comme axes harmoniques.*

» 60. *Les droites menées de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *aux pôles de la tangente en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(m'm+m'-2)$.

» 61. *Les droites menées de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *aux pôles de la normale en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(m'm+2m'-2)$.

» 62. *Les droites qui joignent les pôles de la tangente de* $U_{m'}$ *en chaque*

point a *aux pôles de la tangente en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)^2[2(m'-1)(m-1)-1]$.

» 63. *Les droites qui joignent les pôles de la tangente en chaque point* a *aux pôles de la normale en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)^3(5m'-4)$.

» 64. *Les droites menées des pôles de la normale en chaque point* a *aux pôles de la normale en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)^2(3mm'-3m'-2m+1)$.

» 65. *Par les pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène des parallèles à la tangente en* a′ : *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $2m(m-1)(m'-1)$.

» 66. *Si des pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on abaisse des perpendiculaires sur la tangente en* a′ :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$2m(m-1)(m'-1);$$

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $2(m'-1)(m-1)(2m-1)$.

» 67. *Par les pôles de la normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$, *on mène des parallèles à la normale en* a′ : *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(2mm'-2m+m')$.

» 68. *Si par les pôles de la normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène des perpendiculaires à la normale en* a′ :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$(m-1)(2mm'-2m+m');$$

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe d'ordre* $(m-1)(5mm'-2m'-4m+2)$.

» 69. *Si par les pôles de la tangente en chaque point* a *on mène des parallèles à l'axe harmonique de* a′ :

» 1° *Ces parallèles enveloppent une courbe de la classe*

$$(m-1)[m'(m^2-2m+3)-2];$$

» 2° *Les points où elles rencontrent la tangente en* a *sont sur une courbe de l'ordre* $(m-1)(m'm^2+m'-2m)$.

» 70. *Si par les pôles de la tangente en chaque point* a *on mène des perpendiculaires à l'axe harmonique de* a′ :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$(m-1)[m'(m^2-2m+3)-2];$$

» 2° *Leurs pieds sur les axes harmoniques sont sur une courbe de l'ordre* $2(m-1)[m'(m^2-2m+2)-1]$.

» **71.** *Si par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène un axe harmonique qui ait un pôle sur la perpendiculaire abaissée du point* a' *sur cet axe harmonique, ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m'(m^2-1)$.

» **72.** *Si par les pôles des cordes* aa' *on leur mène des parallèles, ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $2m(m-1)(m'-1)$.

» **73.** *Si des pôles de chaque corde* aa' *on abaisse des perpendiculaires sur la corde :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$2m(m'-1)(m-1),$$

qui a une tangente multiple d'ordre $2(m'-1)(m-1)$ *à l'infini ;*

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe d'ordre* $2(m'-1)(m-1)(2m-1)$, *douée de deux points multiples imaginaires, à l'infini, d'ordre* $2(m'-1)(m-1)^2$.

» **74.** *Si par les pôles de chaque courbe* aa' *on mène des parallèles à l'axe harmonique du point* a, *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m'(m-1)^2+2(m'-1)]$.

» **75.** *Les droites menées des pôles de chaque corde* aa' *aux pôles de la tangente en* a *enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)^2[2(m-1)(m'-1)-1]$.

» **76.** *Si par chaque point* a *on mène la perpendiculaire à la corde* aa' :

» 1° *Le lieu des pôles de ces perpendiculaires est une courbe de l'ordre* $(m-1)(3m'-2)$, *douée de deux points multiples imaginaires à l'infini, d'ordre* $2(m'-1)(m-1)^2$;

» 2° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(3m'-2)$, *douée d'une tangente multiple d'ordre* m', *à l'infini.*

CHAPITRE II.

» On considère des axes harmoniques ayant leurs pôles sur les tangentes, les normales ou les cordes *aa'* de $U_{m'}$.

» **77.** *Sur la tangente de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à la tangente du point* a' :

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* $2m(m'-1)$;

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $2m(m-1)(m'-1)$.

» **78.** *Sur la tangente de chaque point* a *on prend les points dont les axes harmoniques sont perpendiculaires à la tangente en* a' :

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* $2m(m'-1)$;

» 2° *Leurs axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $2m(m-1)(m'-1)$;

» 3° *Les points où ils rencontrent les tangentes sont sur une courbe de l'ordre* $2(m'-1)(m^2-1)$.

» 79. *Sur la normale en chaque point* a *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à la normale en* a' :

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* $3mm'-2m-m'$;

» 2° *Leurs axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(3mm'-2m-m')$.

» 80. *Sur la normale de chaque point* a *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à la tangente du point* a' :

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* $3mm'-2m-m'$;

» 2° *Leurs axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(3mm'-2m-m')$;

» 3° *Ces axes harmoniques rencontrent les tangentes aux points* a *de* U_m *sur une courbe d'ordre* $(m-1)(3mm'-2m+m'-2)$.

» 81. *Sur chaque corde* aa' *on prend les points dont les axes harmoniques sont parallèles à la corde :*

» 1° *Ces points sont sur une courbe d'ordre* $2m(m'-1)$;

» 2° *Leurs axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $2m(m'-1)(m-1)$.

» 82. *Sur chaque corde* aa' *on prend les points dont les axes harmoniques sont perpendiculaires à la corde :*

» 1° *Ces points sont sur une courbe de l'ordre* $2m(m'-1)$;

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $2m(m'-1)(m-1)$;

» 3° *Leurs pieds sur les cordes sont sur une courbe* $2(m'-1)(m^2-1)$.

» 83. *Sur chaque corde* aa' *on prend les points dont les axes harmoniques passent par le point* a :

» 1° *Ces points sont sur une courbe d'ordre* $2mm'-2m-m'+2$;

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)(2mm'-2m-m'+2)$.

» 84. *Il existe sur* $U_{m'}$ $(m-1)(3mm'-2m-m')$ *couples de points* a, a', *tels, que la tangente en chaque point* a *ait un pôle sur sa parallèle menée par le point* a'.

» 85. *Il existe* $2m(m-1)(m'-1)$ *couples de points* a, a', *tels, que la tangente en* a *ait un pôle sur la tangente en* a'.

» 86. *Il existe* $(m-1)(3mm'-2m-m')$ *couples de points* a, a', *tels, que la tangente en* a *ait un pôle sur sa perpendiculaire abaissée du point* a'.

» 87. *Il existe* $(m-1)(3mm'-2m-m')$ *couples de points* a, a', *tels, que la tangente en* a *ait un pôle sur la normale en* a'.

» 88. *Il existe* $m(m-1)(3m'-2)$ *couples de points* a, a', *tels, que la normale en* a *ait un pôle sur la normale en* a'.

» 89. *Il existe* $m(m-1)(3m'-2)$ *couples de points* a, a', *tels, que la normale en* a *ait un pôle sur la normale en* a'.

» 90. *Il existe* $(m-1)(3m'-2)(mm'-m-m'-2)$ *couples de points* a, a', *tels, que la normale en* a *ait un pôle sur une des normales abaissées du point* a' *sur* $U_{m'}$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la précocité du froid en* 1871; *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Tout le monde a pu être frappé de la rigueur prématurée du mois de novembre qui vient de s'écouler, et qui succédait lui-même à un mois d'octobre dont la température a été bien inférieure à la moyenne.

» L'Académie me saura peut-être gré de lui communiquer des nombres que j'extrais de quelques-unes des Notes que je viens de recevoir, à Montsouris, de nos correspondants ordinaires, et qui donneront une mesure de ce froid exceptionnel, en même temps qu'ils montreront la généralité du phénomène en France. J'ai réuni dans le tableau suivant, pour douze stations, échelonnées du nord au sud et de l'est à l'ouest, le nombre de jours de gelée observés en novembre, et les minima diurnes obtenus du 18 au 29, qui a été la période la plus froide de ce mois.

	Novembre 1871.											
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Jours de gelée.
Marseille (M. Coggia)	2,1	-0,4	0,6	1,1	1,1	-2,5	-2,1	0,1	8,1	-1,8	3,6	4
Montpellier (M. Martins)	1,6	-3,8	-5,1	-6,0	-4,9	-5,2	-5,1	-4,5	2,0	-4,1	-1,2	14
Le Puy (M. Nicolas)	-3,5	-3,0	-5,9	-8,3	-8,7	-7,6	-2,8	-7,0	-4,0	-2,6	-4,5	20
Cosne-sur-Loire (M. Vaillant)	-2,0	-2,4	-5,0	-6,4	-8,4	-5,2	-3,0	-2,4	-6,8	-4,0	-4,8	18
Tours (M. de Tastes)	-2,0	-2,4	-3,0	-3,6	-3,2	-0,4	-2,2	-1,6	-2,2	-0,6	-2,2	15
Vendôme (M. Nouel)	-1,6	-3,9	-3,4	-5,4	-4,1	-1,1	-3,0	-2,1	-2,9	-1,8	-2,5	17
Montargis (M. Parant)	-1,2	-4,2	-3,8	-5,2	-6,0	-1,9	-3,8	-1,6	-3,5	-1,7	-2,1	17
Beauficel (Manche) (M. Coquelin)	-4,2	-6,2	-6,4	-4,6	-3,4	-1,7	-0,6	-2,4	-2,2	-1,7	-1,5	20
Épinal (M. Demangeon)	-2,8	-1,7	-9,1	-8,7	-9,3	-7,4	-3,4	-5,1	-8,2	-4,0	-5,8	23
Soissons (M. Tassin)	-1,2	-0,3	-5,0	-6,8	-1,5	-2,0	-2,0	-1,5	0,0	0,0	-1,2	17
Lille (M. V. Meurein)	1,7	0,4	-2,5	-3,6	-1,3	-1,3	-2,2	-0,2	0,0	-0,4	0,1	13
Montsouris (jardin)	-0,5	-1,7	-2,9	-5,0	-5,1	-1,8	-2,9	-2,7	-0,5	-0,8	-1,6	17
Moyennes des minima	-1,1	-2,5	-4,3	-5,2	-4,6	-3,3	-2,8	-2,6	-1,7	-2,0	-2,0	16

» A Châtillon-sur-Loire, dans le Loiret, M. Charron a observé 9 jours de gelée, un minimum absolu de — 5°,0 le 22. La Loire charriait, les 22, 26 et 28, des glaçons de 1 centimètre d'épaisseur moyenne et d'un diamètre moyen de 8 décimètres.

» La température moyenne de novembre, à Montsouris, a été de 2,77. D'après M. Renou, depuis un siècle, on ne trouve à Paris que quatre mois de novembre plus froids que celui-ci : ce sont ceux de 1774, 1782, 1786 et 1858.

» Hier, 3 décembre, nous avons eu, à Montsouris, comme M. de Tastes, à Tours, un minimum de — 7°,0, et à Montargis, M. Parant a observé, le même jour, un minimum de — 11°,3; à 9 heures du matin, la température était encore de — 10°,5, et de — 3°,4 à 3 heures du soir.

» On voit, d'ailleurs, par le tableau précédent, que le froid a été relativement faible à Lille. A Ostende aussi, M. J. Cavalier a obtenu une moyenne mensuelle de + 3°,63, et le minimum absolu, noté par lui le 24, ne s'est pas abaissé au-dessous de — 3°,6. Comme les froids de décembre 1870 et de janvier 1871, l'abaissement de température de novembre semble donc, en France, s'être fait sentir surtout dans le Midi.

» Sans rien préjuger de ce qui pourra arriver pendant l'hiver qui commence, il est assurément permis de rattacher la précocité des basses températures que nous éprouvons depuis plus de deux mois aux influences qui entourent le retour des grands hivers, signalé par M. Renou. C'est, sans doute, aussi le cas de rappeler l'ingénieuse théorie, proposée par M. de Tastes, de l'affaiblissement du courant équatorial, affaiblissement qui pourrait être périodique. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur un nouveau moyen de mesurer les hauteurs des protubérances solaires.* Note du **P. Secchi.**

« Rome, ce 21 novembre 1871.

» Permettez-moi de vous communiquer une invention qui peut avoir quelque importance pour les observations du Soleil et de ses protubérances. Il s'agit d'un moyen très-simple de mesurer la hauteur de ces proéminences, avec une extrême facilité et sans aucun dérangement pour l'observateur qui entreprend de faire le dessin général du bord solaire.

» On sait que cette mesure n'est pas facile. Si la protubérance n'excède pas la largeur de la fente, on peut employer le micromètre filaire appliqué à l'oculaire; mais si la protubérance excède cette largeur, ce qui arrive bien

souvent, cette mesure devient ainsi impossible, car si l'on voit le sommet, on ne voit pas la base. On est alors obligé de rétrécir la fente et de la mettre perpendiculaire au bord pour la mesurer, ce qui entraîne une grande perte de temps. Ainsi M. Tacchini s'est borné à les mesurer par tranches successives; quant à moi, je les ai mesurées jusqu'ici sur la projection de l'image formée par le chercheur sur un écran de papier blanc. Les deux moyens demandent encore du soin, pour donner des résultats exacts.

» Mon nouveau micromètre consiste à placer, devant la fente du spectroscope, une lame de verre dont le plan peut recevoir un mouvement de rotation autour d'un axe parallèle à la fente elle-même, et perpendiculaire par conséquent à l'axe de la lunette.

» Cette lame de verre, à faces parallèles, ne doit couvrir que la moitié de la longueur de la fente, à peu près comme le fait le petit prisme réflecteur pour les observations de chimie. Ainsi voit-on dans le champ de la lunette analysatrice les deux portions de la fente éclairées, l'une par les rayons directs, l'autre par les rayons qui ont traversé la lame de verre. Si le plan de la lame est exactement perpendiculaire à l'axe du télescope, et si la fente est placée sur la chromosphère, tout se passe comme dans l'observation habituelle sans la lame : la ligne de la chromosphère est parfaitement droite, et les deux moitiés sont exactement en prolongement l'une de l'autre, séparées seulement par une ligne noire transversale qui résulte de l'ombre de la section de la lame. Mais si l'on incline tant soit peu la lame, les rayons qui l'ont traversée se trouvent déplacés, et la ligne de la chromosphère apparaît brisée. Le déplacement des deux parties dépend de l'épaisseur de la lame, de son indice de réfraction, et de l'inclinaison.

» On peut donc tirer parti de ce déplacement pour mesurer la hauteur des protubérances, car si l'on dispose les choses de manière que le sommet d'une proéminence vue par la fente libre coïncide avec le bord de la fente elle-même, et que, en inclinant la lame, on porte la ligne de la chromosphère de l'autre moitié du champ exactement sur la ligne qui est tangente au sommet de la proéminence, le déplacement produit par l'inclinaison de la lame sera égal à la hauteur de la protubérance. Ce déplacement est donné en fonction de l'angle d'inclinaison mesuré par un index sur un demi-cercle gradué. Le zéro ou point de départ est déterminé facilement par la superposition de la chromosphère en ligne droite dans les deux moitiés de la fente.

» Pour déduire de l'inclinaison de la lame la hauteur absolue, il faut connaître son épaisseur et son indice de réfraction, après quoi une formule

très-simple donne la hauteur. Mais, dans la pratique, il vaut mieux déterminer la hauteur par une série d'inclinaisons données, en évaluant le déplacement avec les moyens connus des astronomes, soit à l'aide des passages, soit avec les cercles de l'instrument, ou même avec le micromètre oculaire de la lunette analysatrice du spectroscope.

» Dans les observations ordinaires, si l'on ne veut pas faire de mesures, la présence de la lame n'empêche rien, car on peut la tenir perpendiculaire, ou l'incliner de manière qu'elle dévie les rayons dans un sens qui les rend invisibles : dans mon appareil, il y a un petit mécanisme qui peut rejeter la lame tout à fait hors de la fente, mais on ne peut s'en rendre compte sans l'aide de figures.

» Le principe de ce micromètre n'est pas nouveau : il est dû à M. Porro, qui l'imagina il y a quelques années pour un autre usage; mais l'expérience prouve que, pour le cas actuel, il convient à merveille : cette lame joue ainsi le rôle d'un petit héliomètre, et produit l'effet d'une double fente au spectroscope. Des observations nombreuses m'ont déjà montré la grande sensibilité de cet appareil, sensibilité qu'on peut du reste augmenter à volonté, en employant une lame plus ou moins épaisse. Celle dont je fais usage a environ 6 millimètres d'épaisseur : la hauteur de la chromosphère occupe déjà environ 2 degrés dans l'échelle, et l'on peut mesurer la hauteur des protubérances jusqu'à $4\frac{1}{2}$ minutes. Ainsi dorénavant les changements de hauteurs des protubérances pourront être suivis et mesurés avec une facilité bien plus grande qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

» J'ai préféré une lame un peu épaisse, car l'expérience m'a démontré que la hauteur de 4 minutes dans les protubérances n'est pas rare, et l'on rencontre cette hauteur même dans les nuages isolés. Ce résultat, il est vrai, serait en désaccord avec ce que M. Faye vient de dire dans son Mémoire sur les comètes, où il établit que l'atmosphère solaire n'existe pas, ou au moins ne peut surpasser 3 minutes. Qu'on me permette d'exposer ici quelques réflexions que m'a suggérées la lecture de ce travail important, puisque l'occasion s'en présente.

» Il me paraît d'abord que, si les découvertes modernes ont précisé la nature de l'atmosphère solaire, elles n'en ont pas détruit l'existence, du moins selon l'acception de ce mot dans le sens ordinaire. Nous entendons, en général, par *atmosphère solaire* toute enveloppe gazeuse habituellement invisible, qui environne l'astre au-dessus de la partie brillante qu'on appelle *photosphère*. Or une enveloppe gazeuse au-dessus de la photosphère existe assurément, et elle est composée : 1° de la couche où se trouvent un grand

nombre de vapeurs métalliques, dont les raies directes ont été vues par M. Young, dans l'éclipse du 22 décembre 1870, et avaient été indiquées auparavant par moi : couche qui se manifeste par une forte absorption produite dans le fond des cavités des taches et même près du bord en grossissant les raies de Fraunhofer, comme je l'ai plusieurs fois constaté ; 2° elle est formée de la couche chromosphérique brillante, qui consiste principalement en hydrogène et dans la substance de la raie D_3, couche qui se prolonge sensiblement au delà de la limite lumineuse, où, par le refroidissement, l'hydrogène perd son éclat et devient obscur; 3° enfin de la couche de ce gaz très-rare qui donne, dans les éclipses, la raie 1474 et quelques autres, et qui forme la partie principale de la Couronne.

» Cette enveloppe, qu'on la suppose aussi rare qu'on veut, est adhérente constamment au Soleil, et c'est dans ce milieu que l'on voit rester suspendus les protubérances et les nuages hydrogéniques, qui ne sauraient rester suspendus dans le vide absolu. On ne saurait pas admettre que ces protubérances se dissipassent dans le vide aussi, car cela entraînerait une diminution permanente de la masse solaire, ce qui, jusqu'ici, n'est justifié par aucune théorie astronomique. Nous pouvons donc continuer à dire que le Soleil a une atmosphère, en entendant les choses de cette manière.

» M. Faye ajoute que l'on n'a pas vérifié dans cette atmosphère les mouvements qui se produisent dans la nôtre pour les vents alizés. Cela est très-vrai, s'il s'agit d'expliquer par là les mouvements des taches ; mais les observations faites sur les protubérances viennent de constater que, dans cette enveloppe extérieure, existe une circulation qui entraîne les protubérances systématiquement vers les pôles. Ce seul fait prouve que l'atmosphère solaire s'étend bien au-dessus de la chromosphère.

» Mais cette atmosphère, rigoureusement parlant, s'étend encore considérablement au-dessous ; car la photosphère elle-même n'est constituée que par un brouillard lumineux, suspendu dans le milieu gazeux qui environne l'astre et qui est composé principalement d'hydrogène.

» Sans entrer ici dans la question de savoir si le Soleil est *tout entier* rigoureusement gazeux (opinion que j'ai soutenue aussi dès 1863), je crois que nous pouvons dire que tout ce que nous étudions du Soleil n'est que son atmosphère, et que son intérieur nous est aussi impénétrable que le serait la structure de nos continents pour un habitant de la Lune, si notre globe était complétement couvert d'une couche continue de nuages.

» Après ces explications, les belles et importantes théories de M. Faye

sur la force répulsive ne me paraissent pas devoir nous empêcher de continuer à parler de l'atmosphère solaire, comme cela semblerait résulter de la lecture de son savant Mémoire. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température solaire.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, 24 novembre 1871.

» C'est avec un grand plaisir que je vois soulevée dans le sein de l'Académie la question de la température solaire, car il en sortira sans doute un grand avantage pour la science. L'origine fondamentale de cette discussion est le nombre de 10 millions de degrés auquel je suis arrivé après des expériences, qui me sont du reste communes avec M. Waterston. Ce chiffre a paru exorbitant à MM. Ericsson, Zœllner, Respighi, Faye, etc.; mais tous ces savants, au lieu de faire connaître quelle serait la source erronée d'un résultat si étonnant, se sont bornés à donner des aperçus généraux, ou à proposer d'autres expériences très-imparfaites, ou à opposer des théories qui sont sujettes à des critiques très-soutenables. M. Ericsson seul a cherché à produire quelques expériences nouvelles, tendant à diminuer le nombre que j'avais indiqué, en lui substituant un nombre compris entre 2 et 3 millions de degrés. Son résultat s'approche ainsi bien plus du mien que de celui de M. Zœllner.

» Je n'ai pas cru jusqu'ici devoir entretenir l'Académie de cette question, et la discussion s'est produite en dehors de son sein; mais comme actuellement M. Faye vient d'en saisir l'Académie, et qu'il lui présente, dans les *Comptes rendus* [note de la page 1124 (1)], les critiques formulées par M. Zœllner contre moi, en y ajoutant le poids de sa grande autorité, je crois que l'Académie recevra avec bienveillance les réponses que j'ai déjà adressées ailleurs à ce savant, ce qui m'offrira l'occasion d'exposer quelques faits intéressants.

» Avant d'arriver à l'examen de ces critiques, je dois dissiper un malentendu qui paraît s'être glissé, quant à la priorité de la structure gazeuse du Soleil. M. Faye relève très-bien la différence qu'il y a entre la priorité de l'idée générale formulée et celle de la démonstration; il paraît ne mettre pas en question ma priorité de l'énonciation, mais il réclame pour lui-même la priorité de démonstration, déduite des phénomènes de la rotation solaire. Je déclare que je n'ai jamais eu l'intention de réclamer pour moi

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 13 novembre 1871.

cette démonstration, qui certainement a été donnée par M. Faye le premier. Mais, en même temps, je dois signaler que, lorsque j'ai émis cette idée, je ne l'ai pas produite sans preuves, et j'ai insisté précisément sur la température si élevée de l'astre. Or, ayant formulé un principe d'où découlait légitimement cette conclusion (ce qui, d'après les termes mêmes de l'illustre académicien, donne droit à établir une théorie), je crois avoir une part à revendiquer dans la question. Si M. Faye est arrivé à cette même conclusion par d'autres arguments, cela ne détruit en rien ma première démonstration; seulement nous aurons deux preuves indépendantes.

» Mais, à la fin de sa Note (p. 1124), M. Faye prétend que ma démonstration ne vaut rien, et qu'*il n'y a pas de lien logique entre les conclusions et les prémisses*. Cette proposition, si on la prenait à la lettre, prouverait trop : elle prouverait qu'il n'y a pas de relation entre la température et la radiation! Sans doute, M. Faye ne l'entend pas ainsi; il entend seulement que la radiation n'est pas *rigoureusement* proportionnelle à la température. Et, pour cela, il développe les critiques que M. Zœllner a faites à la proposition qui me sert de point de départ. Je vais donc examiner ces critiques.

» M. Zœllner m'adresse deux critiques, l'une principale et directe, l'autre indirecte et renfermée dans un entre-filet. La première consiste à me reprocher d'avoir estimé la radiation comme proportionnelle à la température : ce qui est erroné, dit-il; car nous savons, d'après les expériences de de La Roche et Melloni, que la radiation est aussi fonction de la structure moléculaire et superficielle du corps. Il rappelle les travaux de Desains et La Provostaye, qui prouvent que la radiation croît plus vite que la température, et les résultats de Kirchhoff, d'après lequels la radiation est fonction non seulement de la température, mais aussi de la longueur d'onde, etc.

» Je n'ignorais pas ces résultats de de La Roche et Melloni et des autres savants, qui sont maintenant assez connus, et dont j'ai fait usage dans le livre du *Soleil* même; mais j'ai jugé que, dans ce cas, il était inutile d'en tenir compte.

» En effet, toutes ces restrictions prouvent que la radiation n'est pas la mesure *exacte* de la température réelle du corps lui-même, et que, par conséquent, si l'on se borne à l'estimer par la radiation, on aura un résultat *inférieur* sans doute à la vérité, mais jamais supérieur; car aucun corps (en tenant compte, bien entendu, de la distance) ne pourra communiquer à un autre, par la radiation, une température supérieure à la sienne.

» En appliquant donc ces principes à mes expériences, j'aurais tout simplement obtenu un résultat *inférieur* à la vérité. Or, comment se fait-il que

tout le monde s'écrie que mon résultat numérique est exorbitant, tandis que, en tenant compte de ces circonstances, j'aurais obtenu un résultat encore plus fort? Je ne pouvais d'ailleurs pas en tenir compte sans faire des hypothèses plus ou moins gratuites, ce qui aurait donné lieu à des réclamations d'une autre espèce. En considérant le Soleil comme gazeux, et en tenant compte du faible pouvoir rayonnant des gaz, on aurait eu un résultat bien plus fort. En considérant le rayonnement comme provenant de vapeurs métalliques condensées en brouillard, nous nous jetions dans l'inconnu. J'ai donc mis de côté toutes ces hypothèses, avec la certitude que je n'obtiendrais pas un résultat excessif : ce résultat a pourtant été caractérisé d'*extravagant!*

» D'après cette réflexion très-simple, le lien se trouve donc établi entre la conclusion et les prémisses, et cela avec avantage dans le sens de la conclusion même.

» M. Zoellner, dans son entre-filet, dit incidemment que *la température et la force vive moléculaire de ces radiations thermiques* répondent à des notions essentiellement différentes, et ne peuvent être logiquement associées par la conjonction *ou*. Je remarque d'abord que, dans la position critiquée, on ne se proposait pas d'établir une définition, ni un théorème de thermodynamique, mais seulement d'indiquer la relation quelconque qui existe entre la température et la radiation, ce qui n'impliquerait pas une équivalence rigoureuse et précise. Du reste, des autorités supérieures à la mienne peuvent justifier cette expression. M. Clausius, dans un de ses derniers Mémoires sur la chaleur (1), contient ce qui suit : *Si l'on considère la chaleur comme un mouvement stationnaire des parties minimes des corps, et si l'on considère la température absolue comme la mesure de la force vive, on reconnaît que la force active de la chaleur est proportionnelle à la température absolue.* Dès lors, je dirai que la critique de M. Zoellner me paraît un peu sévère.

» Mais toute cette discussion n'intéresse pas beaucoup la généralité des savants. Il s'agit de voir si réellement on doit admettre une température de l'ordre de celle qui a été indiquée par M. Zoellner, ou de celle à laquelle je suis arrivé. M. Faye rejette la mienne, puisque, dit-il, le Soleil

---

(1) Je ne possède pas l'original de ce Mémoire, mais seulement la traduction du *Nuovo Cimento*, sér. 2, vol. IV; octobre 1870 (publié le 14 juillet 1871, p. 259). Elle a pour titre : *Sulla deduzione del secondo teorema della teoria dinamica del calore dai principii generali di meccanica.*

serait à un tel état nébuleux, qu'il ne nous éclairerait pas. J'ai cherché la démonstration de cette proposition; je ne l'ai pas trouvée. J'ai admis sans difficulté, avec M. Faye, que les couches extérieures peuvent avoir une température inférieure à cette valeur, à cause de la radiation à laquelle elles sont sujettes, et que le degré indiqué est celui qui résulte des couches successives rayonnantes et transparentes qui ajoutent leur radiation : je ne suis aucunement en contradiction avec l'illustre académicien, sur ce point. Au contraire, comme je l'ai dit dans une précédente Communication, je ne puis me ranger à son avis sur l'atmosphère solaire et refuser d'admettre une circulation dans l'enveloppe où se répandent les gaz des protubérances, circulation tendant de l'équateur aux pôles, car je l'ai vue manifestement. Que si elle est échappée à M. Respighi, cela ne prouve pas qu'elle soit l'effet d'une idée préconçue, qui chercherait les vents alizés dans le Soleil. (Note de la page 1228.)

» Je conviens avec, M. Faye, que les mouvements des taches ne peuvent s'expliquer par les vents alizés, mais je ne pourrais nier cette direction du mouvement dans la région supérieure à la chromosphère. Mes observations ont été comparées dernièrement avec celles de M. Tacchini : elles se sont trouvées tellement d'accord, que je me crois en droit de dire que je n'ai pas été victime d'une idée préconçue.

» La loi de distribution des protubérances dans la période qui est commune à mes recherches et à celles de M. Respighi est confirmée par les observations de cet astronome (*voir* le Mémoire inséré dans les *Atti della R. Accademia de' Lincei*, datée du 30 juillet 1871, page 3); seulement, il croit qu'avant cette période, cette distribution était différente; cela n'est pas impossible. Tout cela prouve cependant que mes résultats ne sont dus à une idée préconçue.

» Quant à l'hypothèse de M. Zœllner, je dirai seulement qu'après les dernières observations de M. Tacchini et les miennes, elle n'est pas soutenable. En effet, nous avons vu se former et se maintenir isolés, au beau milieu de l'atmosphère solaire qui existe au-dessus de la chromosphère, des jets partant d'un centre plus brillant, mais entièrement isolé. Ces jets imitaient parfaitement ceux des protubérances, de sorte que la forme de jets qu'on observe dans les protubérances n'autorise aucunement à supposer des trous dans une couche solide ou liquide, d'où s'échapperaient ces gaz.

» Pour ce qui concerne les autres critiques qu'on m'a adressées, et les moyens proposés pour déterminer la température due à la radiation solaire, j'en ferai le sujet d'une autre Communication. »

« M. **Faye**, après la lecture de la Lettre du P. Secchi, s'empresse de faire remarquer que la qualification dont l'auteur se plaint si justement (p. 1303, ligne 11) n'a jamais été employée par lui ; il a, au contraire, en toute occasion, professé le plus grand respect et la plus grande estime pour la personne et pour les beaux travaux du P. Secchi.

» Quant à la réclamation de priorité du P. Secchi, rapportée par le Dr Zœllner, elle était malheureusement formulée en termes tels, qu'ils pouvaient donner à croire que M. Faye s'était laissé attribuer dans son pays une théorie qui ne lui appartenait pas. Il était donc obligé de répondre de manière à parer à une interprétation qui n'était certainement pas, comme on vient de le voir, dans la pensée de l'auteur lui-même. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'apparition d'étoiles filantes du mois de novembre.* Note de M. **Le Verrier**.

« Nous avons reçu du R. P. Denza, à Moncalieri, de M. Giraud, à Barcelonnette, et de MM. Martin, Charrault et de Ponton d'Amécourt, au Mans, des Communications que leur étendue ne permet pas d'insérer en leur entier. Analysons les passages importants :

» Le R. P. Denza expose que, dans toutes les stations italiennes, la région du ciel d'où émanaient beaucoup des météores apparus se trouvait dans la constellation du Lion, mais que le point radiant, antérieurement déterminé, était un peu déplacé. Les autres météores émanaient de différentes directions, surtout de la constellation d'Orion.

» Le vrai passage du courant des Léonides paraît avoir eu lieu dans la nuit du 14 au 15, et avoir ainsi retardé d'environ un jour sur les années précédentes. Toutefois, le nuage météorique, déplacé un peu de sa position accoutumée, troublé et irrégulier, n'est qu'un reste et comme une queue très-rare de l'immense traînée formée par l'ensemble des météores.

» On conçoit le grand intérêt qu'il y aura à étudier le phénomène dans les années suivantes pour suivre la loi avec laquelle procède l'extinction progressive des apparitions, surtout si l'on remarque, avec le professeur Schiaparelli, qu'une pluie abondante de météores fut observée en 1818, c'est-à-dire presque à moitié intervalle des grandes apparitions de 1799 et 1833.

» La fréquence des aurores polaires dans le présent mois de novembre est tout à fait inaccoutumée en Italie. Elles ont eu lieu les 2, 9, 10, 14, 20,

23 et 24 novembre. Toutes, moins celle du 14, correspondent à de fortes perturbations magnétiques observées à Moncalieri, à Aoste, etc.

» M. Giraud rapporte qu'à Barcelonnette, où, dans la nuit du 14 novembre, on a observé 544 météores, le point radiant s'est trouvé dans les constellations de Pégase et d'Andromède. C'est du grand carré de Pégase que semblaient émerger la plus grande partie des étoiles filantes.

» Dans le Rapport de MM. Martin, Charrault et Ponton d'Amécourt, relatif aux étoiles filantes du mois d'août, on lit l'importante remarque suivante :

« Le point radiant a semblé la première nuit (9 août) se trouver dans le Dragon, la seconde dans le voisinage de la Polaire, et la troisième dans Céphée. Enfin, quelques observations faites encore le 17 août, vers 8 heures du soir, semblaient placer le point radiant dans Andromède. Ce déplacement continu du point radiant semble constituer un fait des plus remarquables. »

» Ainsi le phénomène va se compliquant de plus en plus, à mesure que l'on en constate mieux les circonstances.

» En novembre, on observe cinq ou six courants de directions différentes. Assurément on est libre de soutenir qu'ils sont indépendants les uns des autres. Mais la probabilité qu'il en soit ainsi diminue avec leur nombre, et le déplacement du point radiant des Léonides mêmes est caractéristique; il paraît bien qu'on se trouve en présence de groupes d'astéroïdes déjà déviés antérieurement par l'action de la Terre, et qui reviennent au même point du Ciel par des chemins divers.

» Voici même que les observateurs du Mans ont constaté de pareilles perturbations dans les matières dont se compose l'anneau météorique d'août. Le déplacement du point radiant depuis le 9 jusqu'au 11 août n'est pas un phénomène produit instantanément : il doit tenir à des perturbations antérieures et différentes des diverses parties de l'anneau. »

« M. **Delaunay** offre à l'Académie l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris* pour 1872. Ce volume, rédigé en totalité par M. Marié-Davy, renferme le résumé des observations météorologiques faites à l'Observatoire et dans toutes les stations météorologiques de France, tant dans l'année qui vient de s'écouler que dans les années antérieures. On y trouve en outre l'histoire des travaux météorologiques de l'Observatoire depuis deux siècles. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, devenue vacante par le décès de Sir *J.-W. Herschel.* Cette Commission doit être présidée par le Président actuel de l'Académie, et se composer de six Membres, dont trois doivent être pris dans les Sections de Sciences mathématiques et trois dans les Sections de Sciences physiques.

Les Membres qui ont réuni la majorité des suffrages sont, dans les Sections de Sciences mathématiques, MM. Élie de Beaumont, Chasles, Liouville; dans les Sections de Sciences physiques, MM. Milne Edwards, Chevreul, Dumas. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont, dans les Sciences mathématiques, MM. Becquerel, Le Verrier, Delaunay; dans les Sciences physiques, MM. Brongniart, Boussingault, Decaisne.

M. Robin est nommé membre de la Commission du prix Godart, en remplacement de M. *Andral,* qui ne peut prendre part aux travaux de cette Commission.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le rabotage des métaux.* Mémoire de **M. H. Tresca.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

» Parmi les déformations que l'on est conduit, pour les besoins de l'industrie, à déterminer sur un bloc de métal, celles qui résultent du rabotage sont certainement les plus curieuses et les moins étudiées.

» L'attention des constructeurs ne s'est portée que sur le résultat même du travail, sans que jamais on ait jugé que les parties enlevées méritassent un examen particulier. Les copeaux détachés par le burin peuvent cependant donner lieu à un grand nombre d'observations intéressantes, et la constitution de ces détritus du travail principal est bien faite pour attirer les investigations du physicien, qui y trouvera peut-être quelques-uns des secrets à peine entrevus de la mécanique moléculaire. Tout au moins cet

examen nous a permis de continuer, dans un nouveau domaine, nos études de prédilection sur les déplacements moléculaires, et nous nous proposons, dans ce travail, de faire connaître plusieurs faits nouveaux qui s'y rattachent.

» Au moment où une parcelle est arrachée de vive force, par un outil tranchant, de la masse dont elle faisait partie, elle obéit tout à la fois à une action extérieure et à celles qui sont développées par les éléments voisins, et elle arrive bientôt à un état d'équilibre nouveau dans lequel nous trouverons très-souvent un arrangement différent, une contexture entièrement dissemblable, où nous aurons à reconnaître le rôle des diverses propriétés de la matière et particulièrement de celles qui sont relatives à la cohésion et à l'élasticité qui déterminent le mode d'écoulement de cette matière à l'air libre, et lui impriment des formes géométriques particulières.

» Après avoir décrit les expériences très-variées que nous avons faites et les avoir corroborées par de nombreux exemples recueillis dans la pratique industrielle, nous donnons dans ce Mémoire la théorie géométrique de toutes les déformations déterminées par le rabotage, ce qui nous permet de calculer le travail mécanique dépensé dans cette opération.

» Les principales conclusions de cet examen sont les suivantes :

» I. L'opération du rabotage détermine dans le prisme de matière, qui se trouve cisaillé par l'outil, des pressions et des déformations caractéristiques qui varient suivant la forme de l'outil et l'épaisseur du prisme enlevé.

» II. Ces circonstances sont plus faciles à définir lorsqu'il s'agit d'un rabotage opéré, sur toute la largeur d'un solide, avec un outil à tranchant rectiligne et à surface agissante, plane ou cylindrique, dont les génératrices sont perpendiculaires au sens du mouvement et parallèles à la surface du solide raboté.

» Dans ces conditions, le copeau détaché est une transformée du prisme primitif, opérée par diminution de longueur, par suite d'un écoulement transversal de la matière, dans le sens de l'épaisseur du copeau, sous l'action de l'outil.

» III. Le coefficient de contraction longitudinale dépend du degré d'acuité de l'outil, des facilités qu'il offre au dégagement du copeau, mais surtout de l'épaisseur même du copeau enlevé. Le coefficient de réduction est plus petit pour les copeaux minces, parce que l'écoulement dans le sens transversal est alors rendu plus facile.

» IV. Le coefficient de dilatation suivant l'épaisseur est inverse du coefficient de réduction suivant la longueur.

» V. Le coefficient de réduction varie dans, toute la série des expériences faites, de 0,10 à 0,60, et nous possédons des copeaux d'acier de plus d'un millimètre d'épaisseur pour lesquels il ne dépasse pas 0,25.

» VI. La surface de séparation entre le copeau et le bloc est toujours lisse et se moule sur la face agissante de l'outil.

» La face opposée est toujours striée et présente l'apparence d'une suite de vagues parallèles, d'autant plus saillantes que le copeau est plus épais. Ces vagues se continuent jusque vers les bords, où l'on reconnaît les indices d'un écoulement en largeur, limité à une très-petite étendue à partir de ces bords. Dans les copeaux minces, les stries, beaucoup plus fines, se traduisent par une apparence veloutée de toute la surface métallique.

» VII. Une circonférence tracée sur la face extérieure avant le rabotage se transforme en une ellipse dans laquelle le rapport des axes peut donner la mesure du coefficient de réduction, mais il vaut mieux l'obtenir en opérant sur de grandes longueurs.

» VIII. Lorsque les déformations dépassent certaines limites, le copeau se fendille de distance en distance, et il y a disjonction suivant les directions dans lesquelles se remarquent les sillons séparatifs des vagues qui viennent d'être mentionnées.

» IX. Lorsque l'outil est émoussé, le coefficient de réduction diminue et le rabotage devient plus difficile.

» X. La forme cylindrique de l'outil est très-favorable à l'opération, et l'examen des déformations conduit à penser que le profil hyperbolique est de beaucoup le plus avantageux.

» XI. En vertu de la pression exercée par la face agissante de l'outil sur celle du copeau, celui-ci émerge perpendiculairement à la surface du solide pour se contourner ensuite.

» Les copeaux minces se pelotonnent en forme de cylindre à base spirale, dont les spires se recouvrent exactement. Le rayon d'enroulement augmente avec l'épaisseur.

» XII. Lorsque les génératrices du cylindre qui constitue la paroi de la surface agissante de l'outil sont inclinées par rapport au plan de cheminement, le copeau, au lieu de s'enrouler en cylindre, prend la disposition de la surface extérieure d'une vis à filet carré.

» XIII. L'attache latérale d'un copeau rectangulaire par l'un ou l'autre de ses bords n'a pas d'influence sensible sur le résultat du rabotage; le

coefficient de réduction reste le même, mais les bords primitivement engagés sont moins arrondis, et tranchés à vif dans une partie de l'épaisseur du copeau.

» XIV. Lorsque la dimension en épaisseur devient comparable à la dimension en largeur, il y a dilatation dans les deux sens et le copeau prend une forme toute particulière, à section triangulaire, qui se déduit facilement de certaines considérations géométriques.

» XV. L'emploi d'un outil à tranchant courbe donne lieu à des transformations analogues qui s'expliquent de la même façon.

» XVI. Au point de vue géométrique la transformation des copeaux peut être suivie, dans toutes ses phases, par des tracés reposant sur des règles parfaitement sûres.

» Dans une première phase, dite *de refoulement*, la matière non encore détachée du bloc acquiert dans chacune de ses tranches longitudinales ses dimensions définitives en épaisseur et en largeur. Dans une deuxième phase, dite *d'écoulement*, le copeau glisse sur la face de l'outil et acquiert sa section définitive. Dans une dernière phase, le copeau s'échappe en se contournant suivant que les coefficients de réduction imposés à ses différentes tranches longitudinales exercent sur elles une influence plus ou moins prépondérante.

» XVII. Avec l'outil rectangulaire à angles égaux un copeau à section carrée se dégage dans le plan bissecteur du dièdre formé par les deux faces enlevées, en donnant lieu à une déformation plus complexe, mais tout aussi plausible que celle des copeaux ordinaires.

» XVIII. Avec l'outil à tranchant courbe, les effets sont de même ordre et mettent en lumière le mode de refoulement d'un solide amené à l'état de fluidité sous l'action des pressions extérieures auxquelles il est soumis par une de ses faces. La courbe de gorge, qui se produit à la limite des deux premières phases de la déformation, est complétement caractéristique et laisse son empreinte sur la face primitivement libre du copeau, sous forme de sillons courbes qui se reproduisent, identiquement les mêmes, sur toute la longueur.

» XIX. Dans ces copeaux, la largeur est approximativement déterminée par la corde qui joint les extrémités du croissant détaché, à chaque passe, par le tranchant.

» XX. La convexité du copeau appartient généralement au bord le plus épais, et il n'y a d'exception à cet égard que pour le cas où l'acuité relative de l'outil exerce sur les parties minces une influence suffisamment

grande pour compenser celle du coefficient de réduction, plus favorable, correspondant au bord le plus épais.

» XXI. Les modes plus complexes de rabotage tels que le travail sur le tour, en circonférence ou en bout, n'apportent aucun changement notable dans ces conclusions, qui sont ainsi tout à fait générales.

» XXII. Le travail nécessaire pour produire le rabotage se compose d'un travail de cisaillement et d'un travail de déformation, représentés l'un et l'autre par des formules rationnelles.

» XXIII. Ces formules montrent l'avantage des passes épaisses, qui marquent la tendance actuelle de l'industrie des machines-outils.

» XXIV. La pression exercée par l'outil se transmet, de tranche transversale en tranche transversale, jusqu'à la limite de la zone d'activité, suivant une loi logarithmique déduite de ces formules.

» XXV. Enfin, et c'est le caractère dominant de ce travail, les métaux les plus durs comme les plus mous sont soumis, dans toutes ces déformations, à des lois communes qui établissent, pour toutes les matières expérimentées, une identité à peine entrevue dans leurs propriétés mécaniques, bien au delà de leur limite d'élasticité.

» XXVI. Les résultats qui précèdent ne sont peut-être pas sans intérêt pour la théorie de la charrue, que l'on peut considérer comme un outil de rabotage fonctionnant dans des conditions spéciales. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur le calcul des volants des machines à vapeur à détente et à condensation.* Mémoire de **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Dans ce Mémoire, je me suis proposé de trouver, par l'application de formules analytiques, les coefficients qui entrent dans celles qui sont relatives au calcul des volants des machines à détente et à condensation, coefficients qui, à ma connaissance, n'ont été déterminés jusqu'ici qu'en employant des méthodes graphiques.

» Nous supposerons les bielles assez longues pour que l'on puisse en négliger l'obliquité et nous ferons d'abord abstraction de l'inertie des pièces oscillantes.

» Soient :

A le mouvement du volant et des pièces tournantes;

R le rayon de la manivelle;

L la force tangente à la circonférence décrite par le bouton de la manivelle, équivalente à la résistance utile supposée constante;

θ l'angle décrit à partir d'un point mort;

ω la vitesse angulaire correspondante;

ω_0 cette vitesse au point mort ci-dessus;

α la valeur de θ pour laquelle la détente commence;

F la force de la machine, exprimée en chevaux;

N le nombre de tours de manivelle par minute.

$$\sin\varphi = \frac{1}{\pi}\left(1 - \cos\alpha + \text{log nép.}\,\frac{2}{1-\cos\alpha}\right),\quad \varphi \text{ étant supposé plus petit que } \frac{\pi}{2};$$

$$\Phi = \pi - \varphi,\quad u = \frac{1-\cos\theta}{2\varpi\sin\varphi} - \frac{\theta}{2\varpi},\quad u' = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi}\log\sin\frac{\theta}{2} - \frac{\theta}{2\varpi}.$$

» Après avoir exprimé que le mouvement est périodiquement uniforme, on arrive aux équations

$$A\left(\frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2}\right) = \frac{4500\,F}{N} \text{ pour } \theta < \alpha,$$

$$A\left(\frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2}\right) = \frac{4500\,F}{N} \qquad \theta > \alpha.$$

On ne trouve $\sin\varphi > 1$ que pour des valeurs de α inférieures à 30 degrés, ou pour des admissions plus faibles que celles qui sont adoptées en pratique; nous laisserons ce cas de côté; φ et Φ correspondent ainsi à un minimum, δ à un maximum de u; u' est maximum pour la valeur Φ' de θ donnée par

$$\tang\frac{\Phi'}{2} = \frac{1}{\sin\varphi}.$$

» Soient τ et T les rapports à $\frac{4500\,F}{N}$ du plus petit et du plus grand travail développé dans une demi-révolution. Un tracé de courbes montre que l'on doit prendre

$$\tau = u_\alpha \text{ pour } \varphi > \alpha \text{ et } u_\varphi \text{ dans les autres cas,}$$

$$T = u_\varphi \text{ pour } \begin{matrix}\Phi < \alpha\\ \Phi' < \alpha\end{matrix};\quad u_\alpha \text{ pour } \begin{matrix}\Phi > \alpha\\ \Phi' < \alpha\end{matrix};\quad u'_{\varphi'} \text{ pour } \begin{matrix}\Phi > \alpha\\ \Phi' > \alpha\end{matrix}.$$

» Si après avoir dressé un tableau numérique, on trace les courbes ayant

α pour abscisse et pour ordonnées u'_{φ}, u_α, u_φ, les deux premières se touchent en un point correspondant à peu près à $\alpha = 125$ degrés; la seconde et la troisième se coupent en un point dont l'abscisse est voisine de 146 degrés, et l'on a ainsi une représentation géométrique des parties utiles des trois courbes.

» En continuant à appliquer la théorie ordinaire des volants, on est conduit à poser $PV^2 = \mu \frac{uF}{N}$, P étant le poids de l'anneau, V la vitesse à la circonférence, $\frac{1}{u}$ le degré de régularité du mouvement, μ un coefficient qui dépend de l'admission A. On trouve pour

$A =$	1	$\frac{9}{10}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$
$\mu =$	4643	5517	5791	5764	5627	5566	5649	5923	6735	7503

» Après avoir obtenu ces résultats, j'ai cherché, par approximation, quelle peut être l'influence de l'inertie des pièces oscillantes sur la régularité du mouvement. En supposant que A ait été calculé par la méthode précédente, on peut représenter par $A(1 + x)$ le moment d'inertie corrigé, et en négligeant l'obliquité de sa base, et lors même qu'il y a un balancier, on est conduit à poser

$$A \frac{[(1 + x + \gamma \sin^2\theta)\omega^2 - (1 + x)\omega_0^2]}{2} = \frac{4500F}{N}(u \text{ ou } u').$$

» En négligeant les secondes puissances de x et V, on trouve, dans le cas où T est un maximum algébrique, c'est-à-dire égal à u_φ ou u'_φ,

$$x = -\frac{\gamma\Omega^2}{T-\tau}\{T \sin^2\Psi - \tau \sin^2\varphi + [T(u-1) - \tau(u+1)]\}(\sin^2\Psi - \sin^2\varphi),$$

Ψ étant l'un des deux angles Φ et Φ'. Pour $\alpha \overline{\gtrless} 146$ degrés, on a

$$\Psi = \Phi \quad \text{et} \quad x = 0;$$

pour $\alpha < 125$ degrés,

$$\Psi = \Phi' \quad \text{et} \quad x < 0;$$

de sorte que les pièces oscillantes n'ont aucune influence sur la régularité du mouvement ou sont avantageuses à cette régularité. La solution du même problème pour $\alpha \begin{matrix} > 125^o \\ < 146^o \end{matrix}$, présente des explications telles que je n'ai pas cru devoir la poursuivre. »

M. H. Poulain adresse, par l'entremise de M. Chasles, une Note sur un nouvel organe de transformation du mouvement circulaire alternatif en mouvement rectiligne alternatif.

(Commissaires : MM. Serret, Phillips.)

M. H. Meyer adresse, de Charleston, la suite de ses recherches sur l'analyse indéterminée.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Guérineau-Aubry adresse la description d'un projet de tunnel sous-marin, applicable entre la France et l'Angleterre.

Ce projet consisterait dans la construction, en mer, de colonnes creuses en maçonnerie, de l'intérieur desquelles on partirait pour creuser le tunnel lui-même, et qui serviraient à l'aération, une fois le travail terminé.

(Commissaires : MM. de Saint-Venant, Belgrand.)

M. Merville, M. Tory adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. Schlœsing prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de *M. Payen*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. le Président fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Ch. Gérard*, d'un ouvrage portant pour titre : « Essai d'une faune historique des Mammifères sauvages de l'Alsace. »

« L'Alsace, dit M. Faye, est une des régions les plus intéressantes de l'Europe centrale, au point de vue où l'Auteur s'est placé; c'est comme une station transitoire où se sont arrêtées quelque temps les races des fauves que la civilisation a progressivement chassées de la Gaule, et où firent tout d'abord leur apparition les races beaucoup plus rares qui nous sont venues de l'Est. L'auteur a mis à contribution les matériaux historiques qui se

rattachent aux deux grandes contrées voisines que le Rhin sépare, depuis les *Commentaires de César* jusqu'à l'*Épopée des Niebelungen*, depuis les *Capitulaires de Charlemagne* jusqu'aux Édits de Louis XIV; il a consulté, pour sa nomenclature, les patois germains et gallo-romains de cette belle province; il a tiré parti de sa tradition; il a mis à contribution toute la science moderne des fossiles, de la période glaciaire, des âges de la pierre et du bronze, des palafittes des cités lacustres. Bref, sous une forme animée, élégante, accessible à tous, M. Gérard nous envoie un souvenir simple, et touchant à la fois, d'une province que nous ne cesserons d'aimer. »

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de MM. *Plantamour, R. Wolf* et *A. Hirsch*, intitulé : « Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Righi-Kulm, et les observatoires de Zurich et de Neufchâtel »;

2° Un Mémoire de MM. *Fergola* et *A. Secchi*, imprimé en italien et portant pour titre : « Sur la différence de longitude entre Naples et Rome, déterminée par la transmission télégraphique des observations des passages »;

3° Un Mémoire de M. *E. Fergola*, imprimé en italien et portant pour titre : « Sur quelques oscillations diurnes des instruments astronomiques, et sur une cause probable de leur apparence »;

4° Une Note de M. *Leymerie*, sur le typhon ophitique d'Arguenos;

5° Un Ouvrage de M. *Flammarion*, portant pour titre : « l'Atmosphère ».

MINÉRALOGIE. — M. ÉLIE DE BEAUMONT met sous les yeux de l'Académie une nouvelle collection de minéraux que M. *I. Domeyko* lui a adressée de Santiago du Chili, le 10 octobre 1871, pour l'École des Mines de Paris.

(Cette collection sera soumise à l'examen de MM. Daubrée et Des Cloizeaux.)

Liste d'échantillons envoyés par M. DOMEYKO.

N° 1. Plomb oxychloro-ioduré, provenant d'une nouvelle localité nommée Palestina, située à vingt-sept lieues à l'est du port Antofagasta, en Bolivie : galène couverte d'une croûte iodurée.

N° 2. *Id.* Variété terreuse avec du plomb sulfaté et carbonaté.

N° 3. Adamine accompagnée de chlorobromure d'argent : un beau cristal rose dont la forme diffère peut-être de celles qu'on avait décrites jusqu'à présent, de Channaveillo.

N° 4. Argent chloruré cuivreux, contenant du sous-chlorure d'argent et de cuivre, provenant de la Cordillère de la Yerba-Loca, département de Santiago (Chili). (Les feuilles, très-minces, ne présentant au microscope aucun indice d'argent métallique, ni de pointes vertes, communiquent à la flamme la réaction du cuivre, et m'ont donné à l'analyse les résultats exprimés dans l'étiquette.)

N° 5. Polybasite cristallisé de Morococha (Pérou).

N°s 6 et 7. Magabasite (Blumite), tungstate de manganèse cristallisé en tables minces rectangulaires. Le cristal n° 7 est peut-être le plus grand de ceux qu'on trouve habituellement. Vient de la mine de Nuestra-Senora de la Carcel à Morococha.

N° 8. Arséniure de cuivre, qui contient beaucoup moins d'arsenic que l'espèce connue Cu^6Ar, et appartient à une des espèces connues sous les noms de Darwinite ou de Whitnéite, Algodonite, etc.

N° 9. Nitroglaubérite, $4NOSO^3 + 6NOArO^5 + 5Aq$. Minéral nouvellement découvert près des mines de cuivre de Paposo (désert d'Atacama), ne renfermant qu'à peine quelques indices de chlore.

N° 10. Tungstate de chaux et de cuivre; la croûte poreuse réticulée et la poussière jaune sont du tungstate de cuivre ne renfermant que 2 pour 100 de chaux.

N° 11. Tungstate de cuivre contenant 25,1 d'oxyde de cuivre

N° 12. *Id.* dans une gangue ferrugineuse.

N° 13. *Id.* dans une gangue ferrugineuse.

N° 14. Argent bismuthal de San Antonio (Copiapo).

N° 15. Argent chloruré de Caracolès.

ASTRONOMIE. — *Étoiles filantes de novembre observées à Athènes.* Extrait d'une Lettre de **M. J.-F.-J. Schmidt** à M. Delaunay.

« Nuit du 13-14 novembre 1871. Nous observâmes de 6 heures du soir à 6 heures du matin; le nombre horaire maximum pour *un* observateur était, de 16 à 17 heures, égal à 35. Il y avait au moins quatre points radiants déjà connus. A partir de 11 heures, j'ai remarqué très-peu de Léonides, et j'ai pu noter 7 ou 8 orbites, pour trouver que le radiant des Léonides était situé entre γ et ε *leonis*. Trois petits bolides ont été sans relation avec le point du Lion. »

ANALYSE. — *Sur les sommes de Gauss à plusieurs variables;* *par* **M. C. Jordan.**

« L'expression $\sum_{s=0}^{s=n-1} e^{\frac{2\pi i}{n} cs^2}$, où c et n sont des entiers, joue un rôle important en analyse. Sa valeur a été déterminée par Gauss (*Summatio quarumdam serierum singularium*).

» Un géomètre allemand, M. H. Weber, vient de consacrer un long Mémoire (*Journal de Borchardt*, t. LXXIV) au calcul de l'expression analogue

$$\Phi = \sum_{s_1 \ldots s_p}{}_0^{n-1} e^{\frac{2\pi i}{n} f(s_1, \ldots, s_p)},$$

où f est une fonction homogène du second degré en $s_1, \ldots, s_p$. Cette question peut se traiter bien plus simplement, comme nous allons le montrer.

Soit μ le plus grand commun diviseur des coefficients de f et de n; posons

$$f = \mu f' = \mu(c_1 s_1^2 + \ldots + c_p s_p^2 + d_{12} s_1 s_2 + \ldots), \quad n = \mu n' = \mu q^\lambda q'^{\lambda'} \ldots,$$

$q, q', \ldots$ étant des nombres premiers : l'expression $e^{\frac{2\pi i}{n} f} = e^{\frac{2\pi i}{n'} f}$ reprenant la même valeur lorsqu'on donne à $s_1, \ldots, s_p$ tous les systèmes de valeurs qui ne diffèrent que par des multiples de n', on aura

$$\Phi = \mu^p \sum_{s_1 \ldots s_p}{}_0^{n'-1} e^{\frac{2\pi i}{n'} f'} = \mu^p \Phi'.$$

» On pourra donner à $s_1, \ldots, s_p$ un système de valeurs $\alpha_1, \ldots, \alpha_p$ tel, que f' soit premier à q. En effet, par hypothèse, q ne divise pas à la fois tous les nombres $c_1, \ldots, c_p, d_{12}, \ldots$. S'il ne divise pas c_1, on pourra poser $\alpha_1 = 1$, $\alpha_2 = \ldots = \alpha_p = 0$. S'il divise $c_1, \ldots, c_p$, sans diviser d_{12}, par exemple, on posera $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$, $\alpha_3 = \ldots = \alpha_p = 0$.

» On pourra de même donner à $s_1, \ldots, s_p$ un système de valeurs $\alpha'_1, \ldots, \alpha'_p$ tel, que f' devienne premier à $q', \ldots$. Cela posé, on pourra déterminer des entiers $\sigma_1, \ldots, \sigma_p$ satisfaisant aux relations

$$\sigma_\rho \equiv \alpha_\rho \,(\text{mod.}\, q) \equiv \alpha'_\rho \,(\text{mod.}\, q') \equiv \ldots,$$

et le nombre

$$c_1 = f'(\sigma_1, \ldots, \sigma_p) \equiv f'(\alpha_1, \ldots, \alpha_p)\,(\text{mod.}\, q) \equiv f'(\alpha'_1, \ldots, \alpha'_p)\,(\text{mod.}\, q') \equiv \ldots$$

sera premier à $q, q', \ldots$, et par suite à n'.

» Posons maintenant

$$(1) \qquad \begin{cases} s_1 = \sigma_1 t_1 + a_{12} t_2 + \ldots + a_{1p} t_p, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ s_p = \sigma_p t_p + a_{p2} + \ldots + a_{pp} t_p. \end{cases}$$

A chaque système de valeurs de $t_1, \ldots, t_p$ (mod. n) correspondra un seul système de valeurs de $s_1, \ldots, s_p$, et réciproquement, pourvu que le déterminant Δ des équations (1) soit premier à n.

» Or on satisfait aisément à cette condition. En effet, $f'(\sigma_1,\ldots,\sigma_p)$ étant premier à q, l'un au moins des entiers $\sigma_1,\ldots,\sigma_p$, tel que σ_m, sera premier à q. De même, l'un de ces entiers $\sigma_{m'}$ sera premier *à* q', etc. Cela posé, déterminons les entiers $a_{12},\ldots,a_{pp}$ par les relations

$$a_{\rho,\rho+m-1} \equiv 1 \pmod{q}, \quad a_{\rho,\rho'} \equiv 0 \pmod{q} \quad (\rho' \gtrless \rho + m - 1),$$
$$a_{\rho,\rho+m'-1} \equiv 1 \pmod{q'}, \quad a_{\rho,\rho'} \equiv 0 \pmod{q'} \quad (\rho' \gtrless \rho + m' - 1),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» On aura évidemment

$$\Delta \equiv \pm\, \sigma_m \pmod{q} \equiv \pm\, \sigma_{m'} \pmod{q'} \equiv \ldots.$$

» Substituons dans Φ' les valeurs de $s_1,\ldots,s_p$; il viendra

$$\Phi' = \sum_{t_1\ldots t_p}^{n-1} e^{\frac{2\pi i}{n'}(C_1 t_1^2 + \ldots + C_p t_p^2 + D_{12} t_1 t_2 + \ldots)},$$

et deux cas seront ici à distinguer :

» 1° Si n' est impair, ou si n' étant pair, chacun des entiers $D_{12},\ldots,D_{1p}$ est pair, on pourra déterminer des entiers $k_2,\ldots,k_p$ satisfaisant aux relations

$$D_{12} \equiv 2C_1 k_2, \ldots, \quad D_{1p} \equiv 2C_1 k_p \pmod{n'}.$$

» Prenant alors pour variable indépendante à la place de t_1, la suivante $u = t_1 + k_2 t_2 + \ldots + k_p t_p$, il viendra

$$f' = C_1 u^2 + f_1(t_2,\ldots,t_p), \quad \text{d'où} \quad \Phi' = \sum_u e^{\frac{2\pi i}{n'} C_1 u^2} \sum e^{\frac{2\pi i}{n'} f_1(t_2,\ldots,t_p)}.$$

» Le premier facteur de cette expression, ne contenant qu'une variable, est donné par les formules de Gauss. Le second est une somme Φ_1 analogue à Φ, mais ne contenant que $p-1$ variables, et relative au nombre n'. On pourra lui appliquer la même méthode de réduction.

» 2° Supposons que n' soit égal à $2^\lambda r$, r étant impair, et que $D_{12},\ldots,D_{1\rho}$ soient pairs aussi, mais $D_{1,\rho+1},\ldots,D_{1p}$ impairs.

» Posons

$$D_{12} \equiv 2C_1 k_2, \ldots, \quad D_{1,\rho+1} = C_1 + 2C_1 k_{\rho+1},,$$

et prenons pour variables au lieu de t_1 et t_p les suivantes :

$$u = t_1 + k_2 t_2 + \ldots + k_p t_p, \quad v = t_{\rho+1} + \ldots + t_p,$$

il viendra

$$f' = C_1(u^2 + vu) + f''(v, t_2,\ldots,t_{p-1}).$$

» Désignons par Φ'_w l'ensemble des termes de Φ' qui correspondent à la valeur particulière $\nu = w$. On aura

$$\Phi' = \sum_{\nu}{}_0^{n'-1} \Phi'_\nu = \frac{1}{2} \sum_{\nu}{}_0^{2n'-1} \Phi'_\nu .$$

» Soit d'abord ν égal à un nombre impair $2K+1$; on aura

$$\Phi'_{2K+1} = \sum e^{\frac{2\pi i}{n'}\{C_1[u^2+(2K+1)u]+f''(2K+1,\ldots)\}} = M \sum e^{\frac{2\pi i}{4n'} C_1 (2u+2K+1)^2},$$

M étant un facteur indépendant de u. Or la somme qui figure au second membre doublera évidemment de valeur, si au lieu d'y faire varier u de o à $n'-1$ (mod. n'), on le fait varier de o à $2n'-1$. Mais alors l'expression $2u+2K+1$ prendra évidemment toute la suite des valeurs impaires (mod. $4n'$), et, par suite, la somme sera nulle (Mémoire de Gauss, n° 23). Donc $\Phi'_{2K+1} = 0$.

» Soit au contraire $\nu_0 = 2K$; on aura

$$\Phi'_{2K} = \sum_{u, t_2, \ldots, t_p}{}_0^{n'-1} e^{\frac{2\pi i}{n'}[C_1(u+K)^2+C_1K^2+f''(2K,\ldots)]},$$

ou en prenant pour variable $u+K=u'$ au lieu de u, et posant $C_1 K^2 + f''(2K, t_2, \ldots, t_p) = f_1$,

$$\Phi'_{2K} = \sum_{u'} e^{\frac{2\pi i}{n'} C_1 u'^2} \sum_{t_2,\ldots,t_p} e^{\frac{2\pi i}{n'} f_1}.$$

On aura donc

$$\Phi' = \frac{1}{2} \sum_{\nu}{}_0^{2n'-1} \Phi'_\nu = \frac{1}{2} \sum_{K}{}_0^{n'-1} \Phi'_{2K} = \frac{1}{2} \sum_{u'} e^{\frac{2\pi i}{n'} C_1 u'^2} \sum_{K, t_2, \ldots} e^{\frac{2\pi i}{n'} f_1}.$$

» Ici encore, le premier facteur est donné par les formules de Gauss, et le second ne contient plus que $p-1$ variables. »

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Sur la détermination, au moyen des Chronomètres, des différences de longitude de points éloignés.* Extrait d'une Lettre de **M. de Magnac** à M. Yvon Villarceau.

« A bord du *Jean-Bart*, en rade de Dakar (Sénégal), le 6 novembre 1871.

« ... Dans mon Mémoire intitulé : *Recherches sur l'emploi des Chronomètres à la mer*, que jai eu l'honneur de soumettre à votre appréciation,

j'avais émis l'opinion : que l'on pourrait, au moyen de la série de Taylor, obtenir avec exactitude des différences de longitude de *points éloignés*. Vous aviez jugé ce que j'avais avancé là comme très-probablement juste; je suis heureux de vous faire parvenir des résultats qui confirment vos prévisions.

» Il me manquait une dernière preuve pour établir définitivement le degré de précision des marches diurnes que j'avais calculées; elle m'a été fournie par des longitudes très-probablement exactes, observées au moyen de la lunette méridienne, par M. Fleuriais, lieutenant de vaisseau, avec lequel je suis actuellement embarqué.

» En parcourant le tableau que j'ai joint à cette lettre, on trouve :

Différences de longitudes, par Chronomètres.

		h m s
	San-Francisco — Mazatlan	1. 4. 3,8
	Mazatlan — San-Blas	0. 4.32,4
	San-Blas — Acapoulco	0.21.32,0
	Acapoulco — Callao	1.30.56,2
D'où :	San-Francisco — Callao	3. 1. 4,4
	Longitude américaine de San-Francisco	8.19. 0,6
	Longitude de Callao, par celle de Pisco, observée par M. Fleuriais	5.17.54,2
D'où :	San-Francisco — Callao	3. 1. 6,4
	Écart de ces deux différences de longitude	2,0

» On trouve encore :

	Par Chronomètres : Callao — Valparaiso	0.22. 7,3
	Longitude de Callao (lunette méridienne)	5.17.54,2
	Longitude de Valparaiso	4.55.50,7
D'où :	Callao — Valparaiso	0.22. 3,5
	Écart de ces deux différences de longitude	3,8

» Ces deux écarts ($2^s,0$; $3^s,8$) se sont produits, le premier à la suite de 79 jours de mer, l'autre à la suite de 17 jours : mais observons, pour bien juger le premier, que le nombre de jours 79 se compose de la somme des jours de neuf traversées dans l'intervalle desquelles on a observé de nombreuses marches diurnes, et que d'ailleurs les erreurs faites sur les heures, à la fin de ces traversées, ont pu se compenser; il convient donc de réduire

considérablement ce nombre 79. En le portant à 25, nous croyons être dans une bonne limite.

» Une seconde observation à faire, c'est que ces écarts ($2^s,0$; $3^s,8$) se composent de deux erreurs : 1° erreurs sur les heures observées dans les divers ports; 2° erreurs sur les marches diurnes calculées. Ces dernières seules nous intéressent, et comme elles peuvent aussi bien avoir été diminuées qu'augmentées par les premières, nous admettrons que les écarts ($2^s,0$; $3^s,8$) proviennent seulement de fausses marches diurnes; on aura alors

Erreur moyenne sur les marches diurnes au bout des........	25 jours de la 1re traversée.....	$0^s,08$
	17 jours de la 2e traversée.....	0,22

» Ces deux erreurs sont faibles, surtout, eu égard aux moyens assez imparfaits qui ont servi pour les observations des températures journalières. On peut donc dire que, dans ce premier essai de détermination de longitudes, *les marches diurnes, calculées par l'application du théorème de Taylor, ont donné des résultats satisfaisants.*

» Je vous envoie aussi des observations de latitude; elles paraissent généralement bonnes, et ne devoir être erronées que d'un petit nombre de secondes; cependant je porte jusqu'à 20 secondes l'erreur possible sur ces latitudes, en donnant pour cause les effets de réfraction fort à craindre sur des plages de sable fin, humide, chauffées par un soleil tropical, comme celle de Manzanillo, par exemple : en effet, si l'on compare le résultat de mes observations dans ce lieu à celui de l'amiral Mazères, obtenu une année plus tard, on constate une différence de 24 secondes, malgré l'accord satisfaisant des séries. L'erreur probable de la latitude de l'amiral est de $4'',9$, celle de ma latitude est à peu près la même; on est donc fondé à dire que les observations ont été également bien faites : mais, comme ma latitude ne diffère que de 4 secondes de la latitude anglaise, je suis porté à croire que les observations de l'amiral ont été entachées d'une forte erreur portant également sur toutes les séries.

» M. Fleuriais et moi nous occupons sérieusement des Chronomètres et des longitudes des points que nous visitons : jusqu'ici, les résultats ont été satisfaisants. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la séparation et le dosage de quelques métaux au moyen d'un courant voltaïque; par* M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Dans une Communication insérée au *Compte rendu* du 20 novembre, M. P.-A. Favre recommande l'emploi d'un courant voltaïque pour opérer la séparation des métaux réductibles par l'électricité, de façon à substituer « l'énergie voltaïque aux réactifs de la chimie ». Il est fort loin de ma pensée de chercher à diminuer le mérite de l'observation de M. Favre, je prie seulement l'Académie de vouloir bien me permettre de rappeler que je me suis un peu occupé d'analyse électrolytique, il y a quelques années, en particulier de la séparation et du dosage du cuivre, ce qui fit le sujet de deux Notes que j'ai publiées (1). Mon intention était de faire, pour chacun des métaux réductibles par l'électricité, un travail spécial analogue; j'en ai été détourné par d'autres recherches.

» En employant un courant de force convenable et une solution acide, on peut séparer, du premier coup, les métaux très-réductibles de ceux qui le sont peu, et obtenir deux groupes assez nets, dont le premier comprend le fer, le cobalt, le nickel, le zinc (ainsi que les métaux complétement irréductibles), et le second, tous les autres métaux réductibles : ce dernier groupe se compose précisément des métaux précipitables par une lame de zinc.

» Dans la séparation électrolytique de deux métaux de réductibilités assez peu différentes (tels que cuivre et cadmium, par exemple), j'ai trouvé qu'il y avait quelquefois pratiquement avantage à employer un courant légèrement plus fort qu'il ne le faudrait, si l'on voulait éviter la précipitation d'un peu du métal le moins réductible; on obtient de la sorte un premier dépôt, contenant tout le métal le plus réductible et une petite quantité de l'autre métal : enlevant alors la solution et la remplaçant par une liqueur exempte de sels métalliques, on renverse, pendant quelques instants, le sens du courant : les métaux rentrent en dissolution, puis on rétablit le sens primitif du courant; le métal le moins réductible étant en faible quantité reste cette fois entièrement dissous. On répète d'ailleurs plusieurs fois cette opération, s'il est nécessaire.

» On peut faire varier, non-seulement l'énergie du courant, mais encore l'état de la solution ; ainsi pour ceux des métaux précipitables par le

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1867, 1er semestre, p. 468, et 1869, 1er semestre, p. 35.

zinc que j'ai eu l'occasion de traiter, j'ai employé des solutions acides (ordinairement sulfates). Pour le cobalt, le nickel et le zinc, je trouve avantage à sursaturer par l'ammoniaque : ces métaux s'obtiennent alors en couches faciles à laver. Je n'ai point encore réussi à doser ainsi le fer, à cause de la formation du peroxyde. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations relatives à la Note de M.* Ritter, *concernant la formation de l'urée par les matières albuminoïdes et le permanganate de potasse; par* **M. A. Béchamp.**

« M. Ritter a bien voulu confirmer le fait de la formation de l'urée par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes (1). Je laisse de côté les dosages; là n'est pas, pour le moment, la question. Sur le reste, j'ai à faire deux remarques :

» 1° M. Ritter appelle *nouveau procédé* ce que j'ai dit, sur ce sujet, dans ma Note de l'année dernière (2). Le procédé est le même que celui qui, il y a quinze ans, m'a permis de constater le fait de la formation de l'urée : l'influence oxydante de l'hypermanganate. Le mode d'extraction, fondé sur une connaissance plus exacte des produits qui prennent simultanément naissance, a seul varié.

» 2° L'auteur annonce qu'avec le gluten il a obtenu un autre produit cristallisable, dont il poursuit l'étude. Le gluten n'est pas seul dans ce cas. L'année dernière, j'ai cité la formation d'un sel barytique cristallisable, en employant l'albumine. Mais dans ma thèse de 1856, dont un extrait a paru aux *Annales de Chimie et de Physique* de la même année (3), j'ai signalé, parlant en général, la formation d'un composé cristallisable avec les substances sur lesquelles j'avais opéré alors, savoir : l'albumine des œufs et du sérum, la fibrine du sang et le gluten. Le gluten et ces autres matières ne sont pas les seules substances albuminoïdes qui donnent, outre l'urée, des composés cristallisables, sels de baryte ou composés organiques non métalliques. Avant la Note de 1870, j'avais étendu mes recherches à la syntonine (fibrine musculaire) de bœuf et de chien, à l'hématocristalline de chien (que j'obtiens en grande quantité par un procédé particulier) et aux globules du sang. Avec chacun de ces produits, j'ai obtenu, outre

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1219.

(2) *Ibid.*, t. LXX, p. 866.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 348.

l'urée, des composés cristallisables. On peut les voir dans mon laboratoire, et, il y a deux mois, j'avais l'honneur d'en entretenir M. Balard : l'illustre savant s'en souvient sans doute encore. Si je ne suis pas en mesure de donner aujourd'hui plus de détails, il faut l'attribuer, non à un manque d'ardeur, mais aux événements douloureux dont nous avons été les victimes, à une maladie qui m'a tenu plus de six mois éloigné de mon laboratoire et à laquelle ces événements ne sont pas étrangers; enfin, à une dernière cause, dont je ne veux rien dire ici.

» M. Ritter voudra bien, j'en ai l'assurance, me laisser le soin de poursuivre une étude dont j'avais, à plusieurs reprises, signalé les principaux éléments, notamment la formation de composés cristallisables ou capables de dévier le plan de polarisation avec une intensité plus grande que l'albumine elle-même (1). Je lui exprime, en finissant, ma reconnaissance pour avoir mis fin à des contradictions qui démontrent combien était délicat le problème que je m'étais proposé de résoudre, et dont l'idée et le plan avaient été conçus, à Strasbourg, après une lumineuse leçon du grand et à jamais regrettable physiologiste Küss. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode de préparer les solutions salines dites « sursaturées »*. Note de **M. L.-C. de Coppet**, présentée par M. Wurtz.

« On prépare ordinairement les solutions sursaturées en laissant refroidir, à l'abri des poussières de l'air, les solutions ordinaires faites à chaud. J'ai trouvé qu'on peut préparer, sans chauffer, les solutions sursaturées de sulfate de soude, en dissolvant dans de l'eau froide du sulfate de soude *anhydre*.

» Pour que l'expérience réussisse, il faut employer du sel anhydre qui a été chauffé à une température supérieure à 33 degrés C., et refroidi à l'abri des poussières de l'atmosphère. Le sel ne doit être ajouté à l'eau que par petites portions à la fois, parce qu'il s'échauffe fortement au contact de l'eau froide, et l'on pourrait attribuer à cette élévation de température la cause de la sursaturation. En outre, si l'on verse à la fois tout le sel dans l'eau, il s'agglutine et forme un gâteau dur qui ne se dissout que lentement.

» La plupart de mes expériences ont été faites de la manière suivante : le sel se trouvait dans un gros tube bouché à une extrémité, étiré et re-

(1) *Ibid.*, t. LVII, p. 291.

courbé à l'autre, de façon à pouvoir être introduit, en même temps que la tige d'un thermomètre, dans le col d'une fiole à moitié remplie d'eau froide. Les interstices entre le thermomètre, le tube et les parois de la fiole étaient remplis de coton. La partie du tube bouché qui contenait le sel conservait une position horizontale, et, en le secouant légèrement, le sel tombait peu à peu dans l'eau de la fiole. Celle-ci était plongée dans un grand bain d'eau de la température de l'air ambiant, de sorte que la température de la solution variait extrêmement peu pendant la durée de l'expérience.

» En opérant de cette manière, on observe que l'eau froide peut dissoudre une quantité de sulfate de soude anhydre jusqu'à cinq fois plus grande que celle qui est contenue, à la même température, dans la solution saturée de l'hydrate Na^2SO^4, $10H^2O$.

» Dans une expérience, la température de l'eau était 13°,5 C. au commencement de l'opération. J'ai ajouté du sel et agité la fiole, sans la retirer du bain, jusqu'à complète saturation de la liqueur. Au bout de deux heures (la température s'était élevée pendant ce temps jusqu'à 14 degrés), la solution limpide a été versée dans une série de petits vases tarés. J'ai réussi à peser deux de ces vases avant la cristallisation, et il s'est trouvé que la solution saturée de sulfate de soude anhydre Na^2SO^4, à 14 degrés C., contient 35,8 parties de sel anhydre pour 100 d'eau. La solution saturée de l'hydrate Na^2SO^4, $10H^2O$, à la même température, contient seulement 12,4 parties de sel anhydre pour 100 d'eau.

» D'après une autre expérience, faite de la même manière, la solubilité du sulfate de soude anhydre à 21 degrés C. doit être de 52,7 parties de sel pour 100 d'eau, tandis que celle de l'hydrate Na^2SO^4, $10H^2O$ n'est que de 20,9 parties de sel anhydre.

Ces expériences montrent que la solution ordinaire de sulfate de soude anhydre est identique avec ce qu'on appelle la solution *sursaturée* (1).

» Un fait acquis par de nombreuses expériences, c'est que la cristallisation de la solution sursaturée de sulfate de soude est *toujours* provoquée par le contact d'une parcelle de sel à 10 atomes d'eau. Il paraît également certain que le sel complétement effleuri (anhydre) a la même propriété.

» Il semble donc que le sulfate de soude anhydre qu'on peut obtenir

---

(1) Par les mots « solution de sulfate de soude anhydre », je ne veux pas dire que le se *dans* la solution y préexiste à l'état anhydre.

en desséchant, au-dessous de 33 degrés C., les cristaux à 10 atomes d'eau ne peut être identique avec celui qui a été préparé à des températures supérieures à 33 degrés. Ce sont probablement des modifications isomériques. La première de ces modifications, ainsi que son hydrate $Na^2SO^4, 10H^2O$, provoque toujours la cristallisation de la solution sursaturée. Quant à l'autre modification, de même que l'hydrate $Na^2SO^4, 7H^2O$, non-seulement elle n'a pas cette propriété, mais elle est soluble à froid dans une solution déjà fortement sursaturée.

» On peut ainsi préparer, sans chauffer, les solutions sursaturées de carbonate de soude et de sulfate de magnésie. J'ai employé, à cet effet, du carbonate de soude anhydre et du sulfate de magnésie partiellement déshydraté. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Comparaison entre les deux états d'une terre en partie boisée, en partie défrichée et chaulée.* Note de **M. Th. Schlœsing**, présentée par M. Peligot.

« Lorsque je m'occupais de l'analyse des solutions contenues dans les sols, M. P. Demondésir me remit des échantillons de terre dont l'examen offrait un intérêt tout particulier, comme on en jugera par la Notice suivante, qu'il a bien voulu écrire à ma demande.

« Le terrain sur lequel les échantillons ont été prélevés est situé vers le nord du département de la Manche, entre Valognes et Cherbourg, dans la commune de Saussemesnil. Les distances qui le séparent de la mer sont : 30 kilomètres à l'ouest, 12 au nord et 16 à l'est. Le terrain était, de temps immémorial, couvert d'un taillis de chêne, lorsque, il y a cinquante ans, une partie fut défrichée. Depuis cette époque, elle a été constamment cultivée en labour, chaulée et fumée avec des doses fort médiocres de fumier, provenant de la ferme voisine, dont tous les terrains sont analogues; elle n'a reçu aucun autre amendement ou engrais. La limite entre le défrichement et la partie restée en bois n'a été déterminée par aucune différence dans la nature du sol.

» Vers la fin du mois d'août 1869, après une forte sécheresse, j'ai prélevé des échantillons égaux du sol qui est labouré, sur une épaisseur de 15 centimètres, et des 15 premiers centimètres du sous-sol, en six places du champ, à 6 mètres du fossé qui le sépare du bois. Six autres places ont été désignées dans le bois, en regard et à 10 mètres des places de l'échantillonnage du champ, pour former deux échantillons représentant les 15 premiers centimètres du sol et les 15 suivants.

» Ces terrains sont composés d'un peu d'argile très-ferrugineuse et de beaucoup de sable quartzeux très-fin appartenant aux grès siluriens; ils sont assez durs dans la sécheresse, mais perméables dans le bois; et, suivant l'expression des gens du pays, l'eau ne roule jamais, c'est-à-dire ne coule pas en abondance à la surface. La culture est pauvre; elle repose principalement sur des chaulages très-énergiques, que, selon les cultivateurs, il serait

très-désirable d'élever à 10 000 kilos de chaux vive par hectare, à chaque retour de froment, c'est-à-dire en moyenne tous les quatre ans. Mais, faute de ressources, on reste fort au-dessous de ce chiffre, et il faut compter que le champ en question n'a reçu depuis cinquante ans que 70 à 80 tonnes de chaux. L'expérience journalière prouve que les chaulages à haute dose ont encore une très-grande action, et rien jusqu'à présent n'a pu les remplacer. »

» On voit, par ces détails, que j'étais en position d'établir une comparaison entre l'état primitif d'un sol forestier, et son état après cinquante ans d'une culture bien définie. Il y avait là matière à un travail étendu, dont je ne présente aujourd'hui que les premiers résultats.

» Le traitement de 20 grammes de terre par un acide très-dilué, en vue du dosage du calcaire, a donné un résultat absolument nul pour les deux échantillons du bois; pour le champ, j'ai trouvé :

	Champ.		
	Surface.		Sous-sol.
Dans la terre criblée	1,138	p 100 de terre sèche	0,533
Dans le sable	0,395	»	0,076
	1,583		0,609

En admettant que le litre de terre sèche pèse $1^{kg},5$, on déduit de là que la surface, qui a reçu 70 à 80 tonnes de chaux vive, a conservé 35 tonnes de carbonate calcaire, correspondant à 20 tonnes de chaux vive. Le reste a passé, partie dans le sous-sol, partie dans les eaux infiltrées au-delà.

» Les solutions contenues dans les quatre terres ont été recueillies au moyen de mon appareil à déplacement; j'ai opéré sur 35 kilogrammes de chacun d'elles. Voici les résultats des analyses exécutées, pour la plupart, sous mes yeux, par M. Boutmy, alors attaché à mon laboratoire.

« 950 centimètres cubes de solution renferment :

	Bois.		Champ.	
	Surface.	Sous-sol.	Surface.	Sous-sol.
Matière organique	140^{mg}	15^{mg}	»	70^{mg}
Silice	25	10,5	16^{mg}	13
Chlore	427	173,5	1156	914
Acide sulfurique	4,4	1,2	18,9	13,7
Acide nitrique	0	0	578	129
Acide phosphatique et fer	4	1,7	5,3	0,5
Potasse	42,9	26,1	13,1	12,7
Soude	189,7	98	93,3	87,4
Chaux	61	9,5	1200,5	870
Magnésie	59	9,6	53,7	37,3

» Il n'y a pas de carbonates dans les solutions des terres du bois : celles du champ en contiennent; mais l'acide carbonique qui leur correspond n'a pas été dosé. »

» La discussion de ces nombres conduit à des conclusions intéressantes. M. Boussingault a déjà constaté, dans le cours de ses belles recherches sur la diffusion des nitrates, l'extrême pauvreté de la plupart des sols forestiers : ici, nous ne trouvons pas une trace appréciable d'acide nitrique dans la surface et le sous-sol du bois; cette absence correspond à celle des carbonates; en effet, la nitrification ne peut se passer d'une base offerte à l'acide naissant; c'est un fait bien connu. Avec le chaulage, l'acide nitrique apparaît; nous en trouvons des quantités très-notables.

» Si l'on compare la somme des acides à celle des bases, dans la solution de la surface du bois, on trouve une équivalence rigoureuse, et comme la proportion d'acide sulfurique est très-faible, on peut dire qu'abstraction faite de la silice et de la matière organique, cette solution ne contient guère que des chlorures, parmi lesquels le sel marin domine; il est, sans doute, apporté par les vents de mer. Les mêmes observations s'appliquent au sous-sol du bois. Dans le champ chaulé, nous avons encore beaucoup de chlore; mais la base dominante n'est plus la soude, et si nous imputons au chlore la totalité de la potasse, de la soude et de la magnésie, il nous en reste encore un excès considérable, nécessairement uni à la chaux. Cela ressort du tableau suivant, où l'on a calculé les quantités de sels dissous dans 1 hectare, d'après l'humidité constatée des terres. En opérant ainsi, on commet une erreur en plus; j'ai fait voir antérieurement, en effet, que les sols doivent être rangés parmi les substances chez lesquelles M. Chevreul a découvert la propriété de puiser dans les solutions une certaine quantité d'eau, qui devient ainsi, en quelque sorte, latente. Mais nous n'avons pas besoin ici d'une extrême rigueur.

	Bois.		Champ.	
	Surface.	Sous-sol.	Surface.	Sous-sol.
Humidité..............	9,5 p. 100	9,2 p. 100	6 p. 100	5,15 p. 100
Chlorure de potassium..	14kg,5	9kg	3kg	2kg,4
Chlorure de sodium....	77	39	24	20
Chlorure de magnésium.	30	5	17	10
Chlorure de calcium....	26	4	200	135
Sulfate de chaux.......	1,6	0,4	4,4	2,8
Nitrate de chaux.......	0	0	120	23
Carbonate de chaux....	0	0	34	44

» On voit clairement que les rapports entre les chlorures de sodium et

de calcium sont renversés, quand on passe du bois au champ. D'où vient cet excès de chlorure de calcium dans le champ? Le calcaire de Valognes, d'où l'on tire la chaux, n'en contient pas. Si le fumier en apporte, ce n'est qu'une restitution, puisqu'il est produit sur la propriété. Je ne vois qu'une explication, c'est la transformation du sel marin en chlorure de calcium dans le sol. On a souvent parlé de cette transformation, depuis Berthollet; mais je ne crois pas qu'on l'ait encore démontrée par l'analyse, dans les terres arables. Est-elle due uniquement au calcaire, ou bien les racines des végétaux, prenant les minéraux dissous qui leur conviennent, laissent-elles un résidu de chlorure calcique; les deux causes concourent-elles ensemble? Ce sont des questions que je n'examine pas, je me borne à constater un fait.

» Le champ de M. Demondésir offre donc un exemple de nitrification et de transformation du sel marin en chlorure de calcium, provoquées par le chaulage. Or on a dit que le sel marin, décomposé par le calcaire, donnait du carbonate de soude, favorisait ainsi la nitrification et devenait dès lors un élément de fertilité. Je ne voudrais pas que ma Note pût servir de nouvel argument pour soutenir une opinion que je ne partage pas. M. Peligot s'est élevé contre cette opinion dans sa Communication à l'Académie du 1er mars 1869 : à ce qu'il a expérimenté et dit à ce sujet, je demande la permission d'ajouter les résultats d'une expérience instituée dans un autre but, mais dont les indications sont applicables ici.

» J'ai fait cinq lots d'une terre très-calcaire, où je cultive du tabac. Dans les deux premiers, j'ai introduit 92 et 266 milligrammes de chlorure de calcium, en solution étendue; dans les deux suivants, 123 et 358 milligrammes, quantités équivalentes, de chlorure de potassium; le cinquième n'a pas reçu de chlorure. Chaque lot pesait 1 kilogramme, avec une humidité de 15 pour 100. La terre naturelle contient $1^{mg},4$ de chlore par kilogramme. Les cinq lots ont été placés dans les mêmes conditions d'exposition, de température, d'aération. Après un an révolu, le dosage de l'acide nitrique, exécuté sur 100 grammes de terre, a donné :

	mg	mg	
1er lot..........	92 chl. calcium.	27,5	acide nitrique.
2e lot..........	266 »	27,3	»
3e lot..........	123 chl. potassium.	27,5	»
4e lot..........	358 »	27,7	»
5e lot..........	terre naturelle.	26,2	»

L'acide nitrique initial atteignait $16^{mg},6$.

» D'où l'on voit que l'action du chlorure de potassium (sans doute ana-

logue à celle du chlorure de sodium) n'est pas plus prononcée que celle du chlorure de calcium, qui n'a certainement pas engendré de carbonate alcalin, et que l'un et l'autre paraissent négligeables.

» Je conclus en disant que la transformation du sel marin en chlorure de calcium et la nitrification sont deux effets de la présence du calcaire, indépendants l'un de l'autre; la nitrification veut un carbonate, mais elle n'a pas besoin de sel marin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherche et dosage de l'huile d'arachide dans l'huile d'olive.* Note de **M. A. Renard**, présentée par M. Peligot.

« Les différents procédés d'analyse d'huiles connus jusqu'à aujourd'hui, n'étant fondés pour la plupart que sur des réactions empiriques, et ne donnant que des résultats incertains, j'ai cru devoir chercher un mode d'analyse de ces substances basé sur la détermination de leurs parties constituantes.

» C'est sur la présence de l'acide arachidique dans l'huile d'arachide, que j'ai basé mon mode de recherche de cette huile dans ses mélanges avec l'huile d'olive.

» On saponifie 10 grammes de l'huile à essayer, on décompose le savon obtenu par de l'acide chlorhydrique, et l'on dissout dans 50 centimètres cubes d'alcool à 90 degrés les acides gras provenant de cette décomposition. On les précipite de leur dissolution par l'acétate de plomb, on laisse refroidir, on filtre et l'on épuise le résidu par de l'éther à 66 degrés, qui dissout tout l'oléate de plomb. Il ne reste plus alors dans le résidu qu'un mélange de margarate, de palmitate et d'arachidate de plomb. On le décompose à chaud par de l'acide chlorhydrique étendu, on sépare par décantation les acides gras fondus de la liqueur acide bouillante renfermant du chlorure de plomb en dissolution. On laisse refroidir et l'on dissout le gâteau d'acides gras ainsi obtenu dans 50 centimètres cubes d'alcool pur à 90 degrés. Une goutte d'acide chlorhydrique fait disparaître le léger trouble qui subsiste dans la liqueur; on abandonne celle-ci au refroidissement. Si l'huile d'olive soumise à l'analyse contient de l'huile d'arachide, on voit bientôt se former d'abondants cristaux d'acide arachidique dont on n'a plus qu'à déterminer le poids. A cet effet, on filtre la liqueur, on lave le précipité avec 10 ou 20 centimètres cubes d'alcool à 90 degrés, de manière à enlever la presque totalité des acides margarique et palmitique, et l'on achève le lavage avec de l'alcool à 70 degrés dans lequel l'acide archidique est

complétement insoluble. Le lavage terminé, on verse sur le filtre de l'alcool absolu bouillant, on reçoit le liquide filtré dans une capsule tarée, on fait évaporer à sec et l'on en détermine le poids. On n'a plus alors pour avoir l'acide arachidique total qu'à ajouter au poids trouvé la proportion d'acide retenu en dissolution par les 60 ou 70 centimètres cubes d'alcool à 90 degrés employés, ce qui est facile à déterminer, sachant que :

100 parties d'alcool à	90 degrés centésimaux à	$+ 20°$	dissolvent	0,045	d'acide arachidique.
100 »	90 »	$+ 15°$	»	0,025	»

» Pour s'assurer maintenant que l'acide obtenu est bien de l'acide arachidique, il suffit d'en prendre le point de fusion. En opérant sur de l'acide arachidique provenant d'un mélange d'huiles d'olive et d'arachide, on trouve pour point de fusion 70 ou 71 degrés, nombres un peu plus faibles que celui de l'acide arachidique pur (73 degrés), (Goëssmann 75 degrés), parce que le corps sur lequel on opère n'est pas dans un état de pureté absolue.

» Il n'y a donc plus alors qu'à déterminer, par le calcul, la proportion d'huile d'arachide correspondante à l'acide arachidique trouvé.

» Or voici les proportions d'acide arachidique que j'ai trouvées en moyenne, dans les différentes huiles d'arachide du commerce:

Huiles d'arachide provenant d'arachides décortiquées.		*Huiles d'arachide provenant d'arachides pressées avec leur coque.*
Pression à froid, Huile à manger.	Pression à 45 ou 50 degrés, Huile à fabrique.	Pression à 45 ou 50 degrés, Huile à fabrique.
4,51 pour 100, soit $\frac{1}{22}$ du poids de l'huile.	4,98 pour 100, soit $\frac{1}{20}$ du poids de l'huile.	4,91 pour 100, soit $\frac{1}{20}$ du poids de l'huile.

» En multipliant donc, par l'un ou l'autre de ces coefficients 20 ou 22 suivant l'huile sur laquelle on opère, le poids trouvé d'acide arachidique, on aura la proportion correspondante d'huile d'arachide.

» Voici un exemple pouvant indiquer la précision avec laquelle on peut arriver à doser ainsi l'huile d'arachide dans un mélange avec l'huile d'olive :

On a pris 10 grammes d'huile contenant pour 100 { 11,0 d'huile d'arachide de 1re qualité. 89,0 » d'olive surfine.

Poids des acides gras solides obtenus après la décomposition des sels de plomb par l'acide chlorhydrique $= 0^{gr},9$.

On les dissout dans	50^{cc}	d'alcool à 90 degrés.
On refroidit à $+ 20$ degrés; on filtre et lave avec...	10	» »
Alcool total employé	60	

Poids de l'acide arachidique trouvé	$\overset{gr}{0,026}$
A ajouter pour solubilité dans 60 centimètres cubes alcool à 90 à + 20 degrés.	0,027
Acide arachidique total	0,053

0,053 × 22 = 1,166 d'huile d'arachide pour 10 grammes.

Soit	11,96	pour 100.
On a employé	11,00	»
Erreur en plus	0,66	»

» Quant à la sensibilité de ce procédé, on peut arriver facilement à reconnaître et même à doser l'huile d'arachide dans un mélange n'en renfermant que 4 pour 100; avec des quantités plus faibles, la quantité d'acide arachidique correspondante restant dans ce cas en dissolution, on ne peut arriver directement à en reconnaître la présence. »

CHIMIE. — *Composition et chaleur de combustion des lignites.* Note de **MM. Scheurer-Kestner** et **Ch. Meunier**, présentée par M. Balard.

« Nous devons à l'obligeance de M. Gruner, les échantillons de lignite sur lesquels ont porté nos expériences.

» Nous nous sommes servis, comme pour la houille (1), du calorimètre à combustion vive de MM. Favre et Silbermann; nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit sur la manière de brûler la houille, si ce n'est que la combustion des lignites dans le calorimètre offre de plus grandes difficultés encore (2). Cependant, comme ces derniers ont été brûlés en morceaux, la combustion en a été complète; il n'est pas resté de coke dans la capsule à combustion; celle-ci ne retenait que des cendres.

» Il se dégage une certaine quantité de produits empyreumatiques et acides qui se condensent dans le serpentin, produits qui sont perdus pour l'expérience et dont il faut, autant que possible, éviter la formation; à cet effet, nous avons employé un courant d'oxygène aussi fort que possible; nous n'avons pas réussi à supprimer cet inconvénient, mais, pour certains lignites,

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 659, et 1002; t. LXVIII, p. 608; t. LXIX, p. 412; t. LXXIII, p. 1061.

(2) Nous avons mélangé les lignites à de petits morceaux de charbon de bois, pour faciliter l'allumage, comme l'avaient fait MM. Favre et Silbermann pour les corps difficiles à allumer. Le charbon de bois employé était pesé, et l'on a tenu compte, dans le calcul, de la chaleur qu'il avait fournie au calorimètre.

nous l'avons réduit à des proportions minimes. Quoi qu'il en soit, eu égard à cette perte, les nombres que nous avons obtenus sont plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité. Les lignites ont été brûlés à l'état sec; certains d'entre eux renferment une quantité d'eau hygroscopique telle, que la combustion s'en trouve très-entravée; aussi vaut-il mieux n'opérer que sur la substance, préalablement desséchée à 105 degrés (1).

I. *Lignite sec du Rocher-Bleu de Fudeau, près Ain* (*Bouches-du-Rhône*). — Masse compacte noire, à cassure conchoïdale et terne.

	Composition du lignite brut.	Composition du lignite pur.	Composition de la partie volatile, moins l'eau.
Eau	8,27	»	»
Carbone	55,30	72,98	25,78
Hydrogène	3,06	4,04	11,09
Oxygène	17,41	22,98	63,13
Cendres	15,96	»	»
	100,00	100,00	100,00

Chaleur de combustion observée	6483	calories.
» calculée d'après la loi de Dulong	6295	»
Somme de la chaleur de combustion des éléments	7270	»

II. *Lignite gras de Manosque* (*Basses-Alpes*). — Masses friables ayant l'aspect gras et offrant une cassure inégale, de couleur noire.

	Composition du lignite brut.	Composition du lignite pur.	Composition de la partie volatile.
Eau	1,00	»	»
Carbone	55,26	70,57	43,91
Hydrogène	4,26	5,44	10,37
Oxygène	18,78	23,99	45,72
Cendres	20,70	»	»
	100,00	100,00	100,00

Chaleur de combustion observée	7363	calories.
» calculée d'après la loi de Dulong	6533	»
Somme de la chaleur de combustion des éléments	7551	»

(1) Pour que nos expériences actuelles soient comparables à celles que nous avons faites précédemment, nous avons conservé la valeur du calorimètre, calculée d'après la supposition que la chaleur spécifique de l'eau ne varie pas sensiblement suivant la température. MM. Jamin et Amaury ont démontré qu'il n'en est pas ainsi (*Comptes rendus*, mars 1870, p. 663). En employant la formule de ces savants, nous avons reconnu que, dans les limites de température dans lesquelles nous sommes restés, nos résultats se trouvent augmentés de 2 pour 100 environ.

III. *Lignite sec de Manosque* (*Basses-Alpes*). — Masse compacte de couleur noire, à cassure conchoïdale et brillante.

	Composition du lignite brut.	Composition du lignite pur.	Composition de la partie volatile.
Eau	7,82	»	»
Carbone	56,68	66,31	36,75
Hydrogène	4,15	4,85	9,10
Oxygène	24,65	28,84	54,15
Cendres	6,70	»	»
	100,00	100,00	100,00

Chaleur de combustion observée .... 6991 calories.
» calculée d'après la loi de Dulong. 5782 »
Somme de la chaleur de combustion des éléments ...... 7006 »

IV. *Lignite gras de Bohême.* — Masse compacte à cassure inégale, brillante et noire.

	Composition du lignite brut.	Composition du lignite pur.	Composition de la partie volatile.
Eau	2,39	»	»
Carbone	72,03	76,58	68,95
Hydrogène	7,78	8,27	10,97
Oxygène	14,24	15,15	20,08
Cendres	3,56	»	»
	100,00	100,00	100,00

Chaleur de combustion observée .... 7924 calories.
» calculée selon Dulong .... 8343 »
Somme de la chaleur de combustion des éléments ...... 8999 »

V. *Lignite passant au bois fossile, de Bohême.* — Aspect terne dans le sens des fibres ligneuses, brillant dans l'autre. Sa cassure fait apparaître une stratification à couches très-rapprochées.

	Composition du lignite brut.	Composition du lignite pur.	Composition de la partie volatile.
Eau	10,41	»	»
Carbone	57,06	66,51	32,56
Hydrogène	4,05	4,72	9,50
Oxygène	24,68	28,77	57,94
Cendres	3,80	»	»
	100,00	100,00	100,00

Chaleur de combustion observée .... 6358 calories.
» calculée selon Dulong .... 5759 »
Somme de la chaleur de combustion des éléments .... 6979 »

VI. *Bois fossile passant au lignite, de Bohême.* — Se rapproche beaucoup du précédent.

	Composition du lignite brut.	Composition du lignite pur.	Composition de la partie volatile.
Eau	10,60	»	»
Carbone	57,72	67,60	33,28
Hydrogène	3,89	4,55	9,38
Oxygène	23,78	27,85	57,34
Cendres	4,01	»	»
	100,00	100,00	100,00

Chaleur de combustion observée .... 6311 calories.
» calculée selon Dulong .... 5827 »
Somme de la chaleur de combustion des éléments. .... 7010 »

» Ainsi la chaleur de combustion des six espèces de lignites que nous avons étudiées est comprise entre 6300 et 7900 calories pour la substance pure, eau et cendres déduites. Sauf pour l'un des échantillons, dont la teneur en hydrogène est très-élevée, la chaleur de combustion observée est supérieure à celle qu'on devrait obtenir d'après la loi de Dulong; mais elle est, pour tous, inférieure à la somme de la chalaur de combustion des éléments, carbone et hydrogène. Sous ce rapport, les lignites se distinguent de la houille, qui nous a toujours donné un pouvoir calorifique supérieur à celui des éléments carbone et hydrogène. Les résultats qui précèdent ne nous permettent pas de tirer d'autre conclusion. On voit, ici encore, qu'il est impossible de juger de la valeur d'un combustible de cette espèce par sa composition élémentaire, et tous les anciens calculs de pouvoir calorifique basés sur elle doivent être considérés comme très-éloignés de la vérité. En effet, à n'en juger que par la composition élémentaire, c'est le lignite gras de Bohême, dont la teneur en hydrogène est la plus considérable et celle en oxygène la moins élevée, qui devrait avoir la chaleur de combustion la plus rapprochée de la somme de celle des éléments. Or, c'est le contaire qui a lieu. Il y a 1000 calories de différence entre les deux nombres, tandis que la différence n'est que de quelques calories pour le lignite sec de Manosque, qui renferme presque deux fois autant d'oxygène.

» Nous avons cherché à déterminer la chaleur de combustion de la cellulose; mais les difficultés qu'on rencontre quand on veut brûler cette substance sans donner naissance à des produits empyreumatiques, nous ont empêché d'arriver à des résultats exacts. Nous croyons cependant que la chaleur de combustion de la cellulose est à peu près égale à celle qu'indique le calcul fait d'après la loi de Dulong.

» S'il en est ainsi les trois substances, *cellulose* ou *ligneux, lignite, houille*, forment une série au point de vue de leur chaleur de combustion; le ligneux, en se transformant en lignite, subirait une modification avec absorption de chaleur, de même que pour se convertir en houille; seulement dans ce dernier cas l'absorption de chaleur serait bien plus considérable. »

GÉOLOGIE. — *Sur le type garumnien du département de l'Aude.* Note de **M. A. Leymerie.**

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Le département de l'Aude peut être regardé comme une terre classique pour le terrain garumnien, qui s'y laisse facilement distinguer par la couleur rouge des deux assises d'argilolites entre lesquelles se trouve comprise l'assise calcaire, qui est ici l'élément essentiel; il y a réellement lieu de s'étonner que M. d'Archiac ne lui ait pas assigné une couleur spéciale sur sa carte, lui qui distinguait par des teintes particulières, dans le système nummulitique, trois assises qui n'ont véritablement qu'une existence locale. Le fait est que le grès à lignites (grès de l'Ariége, d'Alet, de Rennes-les-Bains), d'origine marine, n'a rien de commun avec la formation lacustre dont il s'agit, que M. d'Archiac lui associait dans son groupe d'Alet, si ce n'est que le premier de ces deux terrains sert souvent de support à l'autre.

» Il y a, dans les Corbières, des régions où le grès se développe seul (Rennes-les-Bains, est d'Alet), et d'autres où le garumnien s'étale largement sans être accompagné ni supporté par le grès, comme, par exemple, dans toute la contrée à l'ouest de Quillan (Nébias, Puivert, Rouvenac). D'un autre côté, on sait que le grès à lignites fait complétement défaut sur le versant sud de la montagne Noire, où le calcaire garumnien forme une assise continue passant sous un large manteau nummulitique.

» Le type garumnien, de quelque manière qu'on le considère, a donc une individualité incontestable. Quant à la question de l'âge, elle pourrait à la rigueur être réservée sans que l'emploi de ce type perdît rien de son utilité; mais je crois pouvoir me permettre de rappeler ici que le principe de continuité, appliqué avec beaucoup de soin et de conscience, m'a fourni une solution pour ce problème, qui, dans les limites du département de l'Aude, aurait pu paraître insoluble. Il résulte, en effet, de mes observations, plusieurs fois répétées, que le calcaire lacustre des Corbières se prolonge *avec ses silex*, par l'Ariége, jusque dans la Haute-Garonne. Les assises

argileuses y passent en même temps; seulement elles y acquièrent, en perdant jusqu'à un certain point leur faciès rutilant, un nouveau caractère bien précieux pour la solution qui nous occupe, celui de renfermer des fossiles marins qui leur impriment un cachet incontestablement crétacé. L'assise inférieure au calcaire, représentée, dans la Haute-Garonne, par des roches argilo-aréneuses souvent panachées, contient avec des sphérulites nouvelles (*Sph. Leymerici*, Bayle, et *ostrea larva*, Lam.), des actéonelles; des huîtres, notamment *Ostrea Verneuilli*, Leym., des coquilles fluvio-marines inédites, parmi lesquelles des Mélanopsides, et une grande et belle espèce de Cyrène (*Cyr. garumnica*, Leym.), qui se trouve à Auzas et à Aurignac en très-grand nombre et dans un admirable état de conservation.

» Ici, le caractère crétacé ne saurait être méconnu ; toutefois les espèces de cet âge sont peu nombreuses, et l'on aurait pu s'attendre à les voir s'atténuer encore et s'évanouir même dans l'assise qui repose sur le calcaire lacustre. C'est le contraire qui est arrivé, et rien n'était si imprévu que la présence, à cette place, au milieu d'une faune toute nouvelle, d'un assez grand nombre de fossiles connus de la craie proprement dite, véritable *colonie* où dominent des Oursins déterminés par les paléontologistes les plus compétents (Desor, Cotteau, Bayle), fossiles qui par leur fréquence méritent la qualification d'*habituels*. Les principaux sont : *Micraster tercensis*, Cotteau; *Micr. brevis*, Agass.; *Ananchytes ovata*, Lam.; *Hemiaster nasutulus*, Sorignet; *Cyphosoma magnificum*, Agass.

» Des coupes multipliées montrent jusqu'à l'évidence l'étage tel qu'il vient d'être caractérisé, superposé à un calcaire nankin qui devient aréneux du côté de l'Ariége, où l'on trouve *Hemipneustes radiatus*, Agass.; *Ostrea larva*, Lam.; *Nerita rugosa*, *Thecidea radiata*, etc., espèces propres à la craie de Maëstricht (1).

» D'un autre côté, le même étage est immédiatement recouvert dans les coupes par le calcaire à milliolites, qui, dans les petites Pyrénées, constitue constamment la base du terrain nummulitique dont la faune n'a, d'ailleurs, rien de crétacé.

» Dans l'Aude, le garumnien, complétement lacustre, est également compris entre deux étages marins dont l'un, le supérieur, est encore le calcaire à milliolites; l'autre, le grès à lignites, n'a offert, jusqu'à présent, que

---

(1) Ce calcaire, à la base duquel on rencontre de nombreux fossiles de la craie blanche, n'est qu'un prolongement des couches de Gensac, dont j'ai décrit les espèces nouvelles dans un Mémoire publié en 1851 par la Société géologique.

des débris indéterminables (j'y ai trouvé cependant des *Orbitolites* et des *Cyclolites*, dans l'Ariége); mais il existe entre ce grès et le calcaire nankin à hémipneustes un passage qui ne peut laisser aucun doute sur leur contemporanéité, et c'est avec raison que le grès à lignites a été regardé comme crétacé par Dufrénoy et par tous les ingénieurs qui, après lui, ont eu à y rechercher des gîtes de combustibles.

» Le diagramme suivant, qui est une représentation fidèle des faits, me paraît accuser d'une manière pour ainsi dire irrésistible les équivalents que je viens de signaler.

	Haute-Garonne.	*Ariége.*	*Aude.*	
		Calcaire à milliolites.		
GARUMNIEN.	Colonie crétacée marine.		Argilolites rutilantes.	Groupe d'Alet, d'Archiac.
		Calcaire à physes avec silex.		
	Couches à sphérulites... avec coquilles fluvio-marines.		Argilolites rutilantes et Poudingue fleuri.	
SÉNONIEN.	Calcaire à hémipneustes. Argiles à ananchytes.	... Calcaire aréneux...	Grès à lignites (1).	
TURONIEN.	Couches à spongiaires... avec caprines et hippurites. (Saint-Martory.)		Calcaire à hippurites.	

MINÉRALOGIE. — *Recherches nouvelles sur les figures de Widmannstætten;* *par* **M. St. Meunier.**

« Une méthode nouvelle, pour obtenir la *figure de Widmannstætten* d'un fer météorique donné, consiste à en fixer une lame polie au pôle positif d'un élément de Bunsen, dont l'autre pôle est garni d'une lame d'argent, et à plonger ces deux électrodes dans la solution aqueuse d'un sel bien choisi, tel que le bisulfate de potasse, qui m'a donné d'excellents résultats.

» Quoique l'on opère ainsi par voie humide, si les électrodes se touchent, on obtient une figure irisée, qui rappelle les anneaux de Nobili et qui est identique à la mosaïque colorée que donne le chauffage à l'air de la lame polie.

(1) J'associe à ce grès les marnes fossilifères de Rennes-les-Bains, dites du Moulin-Tiffeau, qui alternent avec lui vers sa base. M. d'Archiac, au contraire, séparait ces deux assises profondément, puisqu'il plaçait entre elles la limite des terrains tertiaire et crétacé.

» Si le contact n'a pas lieu, il se fait une figure pareille à celle que donnent les acides; mais, par la méthode nouvelle, on l'obtient bien plus facilement et elle est ordinairement plus nette.

» Enfin, en établissant et rompant alternativement le contact, on détermine successivement ces deux résultats, autant de fois qu'on le veut.

» Ces expériences, sur lesquelles je reviendrai, jettent du jour sur la structure intime des fers météoriques et expliquent un phénomène que j'ai signalé en 1869 (1). Ce phénomène consiste dans des alternatives très-régulières entre la netteté et l'obscurcissement d'une lame de fer extra-terrestre, plongée dans un acide. »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse du lait de vaches atteintes du typhus contagieux.* Note de **M. Husson.** (Extrait.)

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bouley.)

« Les analyses suivantes ont été faites sur des bêtes, au nombre de 22, appartenant à un même propriétaire, et placées dans trois écuries distinctes; 4 destinées à être abattues, 14 regardées comme plus ou moins douteuses, et 4 ne paraissant nullement atteintes. J'ai pris du lait de chaque catégorie : celui des vaches saines a été étiqueté A, celui des vaches moins malades B, et le peu qu'on a retiré des plus infectées a été désigné par C. En voici l'analyse :

» Le premier lait ressemblait à un lait normal. Les deux autres avaient une teinte jaune rosée plus ou moins forte. La saveur du lait C était désagréable. Néanmoins un chat, qui en a bu 50 grammes, n'a éprouvé aucun malaise. Ils contenaient, pour 1000 grammes :

	A	B	C	Quantité normale moyenne.
Beurre	16,96	14,93	12,60	30
Sucre de lait	33,90	31,40	16,45	50
Caséine	»	50,25	»	34
Albumine.......	»	20,60	»	6
Sels	»	18,50	»	7

» D'où semblent résulter les conclusions suivantes :

» 1° Dès que le typhus s'est déclaré dans une écurie, toutes les bêtes sont soumises, mais à des degrés divers, à l'influence de l'épidémie. En effet, dans cet exemple, tout le troupeau a péri, à l'exception des 4 qui n'ont jamais semblé malades et dont provenait cependant le lait A.

(1) *Annales de Chimie*, 4e série, t. XVIII, p. 24.

» 2° Le lait, pas plus que la viande, ne peut transmettre le typhus à l'homme ou aux animaux qui n'appartiennent pas à la famille des ruminants.

» 3° Cependant, même dans la première période de la maladie, alors que le rendement est encore normal, le lait ne doit point servir d'aliment aux enfants en bas âge, par suite de la modification survenue dans ses principes.

» 4° Dès le début de la maladie, les éléments comburants du lait disparaissent en grande partie; les éléments azotés, au contraire, augmentent en proportions considérables, et se trouvent bientôt mêlés à des matières sanguinolentes; souvent même on observe, au microscope, des globules agglutinés, soit muqueux, soit purulents.

» 5° L'apparition de pustules ou d'abcès aux pis, internes ou externes, a déterminé plusieurs cas de guérison. On a aussi constaté d'heureux résultats lorsqu'un phénomène semblable s'est produit sur une partie quelconque du corps. »

M. F. de Biseau écrit d'Entremonts, près Binche (Belgique), qu'il a pu observer, dans les nuits du 9 au 10 novembre, et du 10 au 11, la clarté d'aurores boréales, dont le point le plus éclairé était au N.-N.-O.; cette clarté rappelait exactement, par sa teinte, par son intensité et par son étendue, un crépuscule du mois de juin à 10 heures du soir.

Le phénomène a duré, sans variation sensible, de 7 heures du soir à 3 heures du matin.

M. de Fonvielle transmet à l'Académie des observations adressées d'Alger par *M. Bulard*, desquelles il résulterait que les perturbations atmosphériques signalées au commencement de novembre, en Europe, se seraient également fait sentir en Algérie, les 9, 10 et 11 novembre.

M. P. Guyot adresse une Note sur le dosage volumétrique du fer.

M. P. Guyot adresse une Note sur la coloration du ciel à Nancy, en novembre 1871.

Cette Note sera soumise à l'examen de MM. Ch. Sainte-Claire Deville et de Tessan.

M. A. Blouin adresse une Note relative à des essais pour rendre le pétrole moins inflammable.

Le procédé qui paraît le mieux réussir consiste à mettre l'huile de pétrole, pendant un mois, en contact avec la moitié de son volume de vinaigre.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.

M. J. **Bories** adresse une Note concernant un nouveau procédé pour la conservation et la bonification des vins, eaux-de-vie et alcools.

Ce procédé consiste à injecter les bois qui servent à la confection des foudres ou des barriques, avec un liquide composé d'environ 90 pour 100 de vin de première qualité et de 10 pour 100 d'alcool.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Pasteur.

M. L. **Roze** adresse une Note relative au transport des dépêches par les cours d'eau, dans une ville assiégée.

Cette Note, qui est accompagnée de pièces justificatives, établit que, dès le 29 septembre 1870, l'auteur avait soumis à l'examen de M. le Directeur des Postes, à Paris, un procédé identique à celui qui a été présenté à l'Académie par M. G. Robert, dans la séance du 20 novembre.

Cette réclamation sera soumise à l'examen de M. Belgrand.

M. **Levault** adresse à l'Académie une Lettre relative au travail auquel il s'est livré, pendant trois années, sur les calculs des perturbations de la comète de d'Arrest.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Mathieu.

Un auteur anonyme, et dont la Communication est simplement désignée par une devise arabe, adresse une Note concernant un moyen de communication entre une ville assiégée et la province, et un moyen de ravitaillement pour les places de guerre.

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire (en italien), de *M. Cremona*, sur la transformation rationnelle du second degré, dans l'espace, dont l'inverse est du quatrième degré.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Nov. 1871.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens. Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air (2) à 13m,7.	à 33m,0.	Température moyenne du sol (2) à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	751,6	7,4	12,0	9,70	6,9	13,6	10,25	7,12	6,93	8,77	9,19	9,91	6,2	6,01	75,5	»	0,0
2	756,4	1,1	4,6	2,85	0,3	4,3	2,30	3,58	2,98	6,64	7,47	9,33	0,5	4,38	70,2	»	0,0
3	756,2	3,9	6,2	5,05	3,4	6,4	4,90	4,85	4,75	6,65	7,20	8,75	0,6	5,08	75,0	«	0,0
4	755,2	4,4	5,9	5,15	3,9	6,0	4,95	4,35	4,18	6,30	7,02	8,57	1,1	4,39	68,0	»	0,0
5	755,6	0,9	7,0	3,95	0,0	8,4	4,20	3,67	3,70	5,60	6,29	8,14	11,0	4,04	64,0	»	0,5
6	751,5	2,6	7,6	5,10	1,8	8,6	5,20	4,25	3,98	5,84	6,51	7,98	4,4	5,26	83,0	»	0,0
7	745,4	4,0	13,5	8,75	2,8	15,3	9,05	8,57	3,45	7,65	7,70	8,35	7,0	7,34	84,0	»	0,0
8	745,1	3,6	8,0	5,80	3,2	8,7	5,95	6,28	5,80	7,66	7,89	8,68	1,3	6,81	91,8	»	0,0
9	751,1	5,3	8,4	6,85	3,8	9,8	6,80	4,27	4,28	6,48	7,33	8,75	1,3	5,23	81,5	»	0,0
10	751,0	1,4	8,2	4,80	-0,3	9,7	4,70	5,75	5,50	6,38	6,71	8,19	3,8	5,54	78,7	»	0,0
11	747,6	2,7	5,2	3,95	1,6	5,2	3,40	3,05	2,70	6,06	6,58	8,04	0,9	5,41	92,0	»	0,0
12	755,9	1,5	7,8	4,65	0,3	9,6	4,95	3,22	3,12	5,56	6,25	7,75	6,8	5,02	88,2	»	0,0
13	762,4	-0,3	7,0	3,35	-1,7	7,7	3,00	2,68	2,58	4,22	4,92	7,12	6,3	4,83	82,2	»	0,0
14	764,6	-0,1	4,2	2,05	-1,5	7,1	2,80	-0,27	-0,47	3,44	4,29	6,56	2,2	4,59	97,8	»	0,0
15	754,5	-0,4	7,4	3,50	-2,2	7,6	2,70	4,35	4,12	4,57	4,83	6,22	0,1	5,95	90,7	»	1,0
16	755,5	4,4	6,9	5,65	4,4	7,1	5,75	4,78	4,10	5,31	5,57	6,61	0,2	5,96	89,0	»	0,0
17	750,6	0,6	3,1	1,85	1,9	6,4	4,15	1,72	1,02	4,48	5,13	6,59	1,0	4,68	85,8	»	1,5
18	762,3	0,9	5,9	3,40	-0,3	7,4	3,55	1,38	1,22	3,59	4,33	6,16	7,3	4,75	88,3	»	0,0
19	767,2	-0,2	4,2	2,00	-1,8	4,4	1,30	0,80	1,22	2,73	3,55	5,51	1,9	4,42	87,5	«	0,0
20	766,7	-1,5	1,9	0,20	-2,9	2,8	-0,05	-1,22	-0,92	1,77	2,73	5,02	10,5	3,55	79,2	»	0,0
21	758,7	-3,4	1,7	-1,85	-4,5	2,9	-0,80	-1,55	-1,60	1,21	2,11	4,39	5,2	3,76	88,0	»	0,5
22	758,8	-1,6	0,2	-0,70	-2,7	0,3	-1,20	-0,52	-0,87	1,37	2,03	4,02	0,6	3,30	73,2	»	0,0
23	761,8	-0,8	1,2	0,20	-1,4	1,2	-0,10	-0,05	-0,20	1,94	2,45	3,97	0,6	3,98	84,5	»	0,0
24	756,8	-1,7	2,7	0,50	-2,8	4,2	0,70	0,30	0,12	1,99	2,44	3,96	4,3	4,17	87,0	»	0,0
25	752,6	-1,2	1,8	0,30	-2,0	1,8	-0,10	0,27	0,18	2,02	2,53	3,96	0,2	4,15	84,5	»	0,0
26	752,9	0,0	1,8	0,90	-0,2	1,7	0,75	0,48	0,25	2,23	2,66	4,00	0,3	4,00	82,8	»	0,0
27	754,8	-0,3	1,7	0,70	-0,2	1,0	0,30	-0,05	-0,17	2,17	2,73	4,02	0,5	4,02	85,0	»	0,0
28	750,8	-0,8	1,8	0,50	-1,4	1,4	0,00	0,60	0,42	1,91	2,41	3,93	0,8	3,90	78,5	»	0,0
29	748,5	-0,5	1,7	0,60	-1,0	1,4	0,20	0,70	0,55	2,22	2,66	3,89	0,2	4,21	84,5	»	0,0
30	750,0	0,5	2,5	1,50	-0,4	2,6	1,10	1,48	1,28	2,71	2,95	3,98	0,7	4,53	86,0	»	0,0
Moy	755,1	1,08	5,07	3,08	0,23	5,82	3,02	2,50	2,31	4,32	4,88	6,41	2,93	4,78	82,9	»	0,12

(1) Partie du jardin qui se trouve au niveau du premier étage de l'Observatoire.
(2) Moyenne des observations à 9 h. M., midi, 9 h. S., minuit.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Nov. 1871.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	PLUIE. Terrasse (1).	Cour.	ÉVAPORATION.	VENTS. Direction et force.	Nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	17.34,8	65.45,5	4,5839	0,2	0,5	0,0	NE faible.	ESE	0,5	»
2	35,9	49,8	4,6807	»	»	0,8	N faible.	NNE	1,0	Brumeux.
3	39,9	47,0	4,5716	»	»	0,5	NNE faible.	»	1,0	Brumeux.
4	40,5	48,6	4,5874	»	»	0,7	NE assez fort.	»	0,9	Brumeux.
5	33,4	57,1	4,6161	»	»	0,5	NE modéré.	»	0,4	Gélée blanche.
6	33,3	54,3	4,6131	»	»	0,8	ENE faible.	ESE	0,7	»
7	34,7	53,4	4,6114	»	»	0,7	E faible.	»	0,4	Brouillard.
8	35,2	46,0	4,5983	»	»	0,5	ONO faible.	O	0,9	Brouillard épais.
9	37,0	43,3	4,5782	0,3	0,3	0,9	ONO faible.	NO	0,5	Aurore boréale.
10	39,0	50,8	4,6535	0,0	0,0	0,8	O faible.	O	0,8	Aurore boréale.
11	36,2	53,1	4,6012	4,2	3,9	0,8	O,NE faible.	NE	0,9	Brouillard épais.
12	38,3	52,0	4,5895	»	»	1,1	NO faible.	N	0,3	»
13	36,5	53,0	4,6051	»	»	»	N faible.	NNO	0,3	»
14	38,3	51,1	4,6046	»	»	»	NNO faible.	»	0,7	Brouillard très-épais.
15	36,6	51,8	4,5998	0,5	0,8	»	SO faible.	»	0,9	Pluie.
16	41,8	51,8	4,6013	1,5	1,5	0,7	NO faible.	NO	0,8	»
17	37,4	46,6	4,5931	0,5	0,5	0,4	NO faible.	NO	0,6	Première neige de l'hiver.
18	38,2	45,1	4,5834	2,1	2,1	»	NO faible.	NO	0,1	»
19	38,2	47,6	4,5897	»	»	»	NO faible.	NE	0,4	Brouillard.
20	38,9	49,6	4,5972	»	»	»	ENE faible.	»	0,0	Gelée blanche.
21	35,8	47,2	4,5626	»	»	»	ENE faible.	E	0,5	»
22	36,9	44,7	4,5660	»	»	»	NNE faible.	»	1,0	Brumeux.
23	34,9	45,3	4,5636	»	»	»	NNO faible.	NNO	1,0	Brumeux
24	36,1	46,3	4,5815	»	»	»	SE faible.	SSO	0,7	Brumeux.
25	35,4	44,5	4,5798	»	»	»	ENE faible.	»	1,0	Brumeux.
26	35,2	44,3	4,5748	»	»	»	NNE faible.	»	1,0	Brumeux.
27	37,1	43,3	4,5843	»	»	»	NE faible.	NE	0,8	Brumeux.
28	38,8	45,2	4,5961	»	»	»	NE modéré.	NE	0,9	Brumeux.
29	38,1	43,6	4,5736	»	»	»	N faible.	NNO	1,0	Neige.
30	38,1	43,5	4,5725	0,0	0,0	«	ONO faible.	ONO	0,9	Bruine.
Moy.	17.37,0	65.48,2	4,5938	9,3	9,6	»			0,70	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Novembre 1871.

Résumé des observations régulières.

Les moyennes comprises dans la dernière colonnne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

	8h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,34	755,35	755,07	754,69	755,01	755,26	755,11	755,20
Pression de l'air sec	750,50	750,53	749,95	749,60	750,30	750,66	750,55	750,42
Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne								3°,08
» » du jardin								3,02
Thermomètre à mercure (salle méridienne)	1°,77	2°,21	3°,85	4°,53	3°,65	2°,90	2°,16	2,78
» (jardin), *t*	1,61	2,32	4,28	4,52	3,29	2,53	1,72	2,71
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	1,44	2,16	4,05	4,26	3,16	2,31	1,56	2,52
Thermomètre électrique (13m,7)	1,50	1,94	3,68	4,35	3,39	2,60	1,77	2,50
» (33m,0)	1,43	1,71	3,38	4,15	3,21	2,46	1,67	2,31
Thermomètre noir dans le vide, T	1,96	5,55	9,79	7,99	2,78	1,99	1,23	4,64
Excès (T — *t*)	0,35	3,23	5,51	3,47	—0,51	—0,54	—0,49	1,93
Température moyenne T' déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S.								6,53
Température moyenne (T' — *t'*) » » »								2,93
Thermomètre de Leslie	1,26	2,80	3,61	2,43	0,00	"	"	(2,21)
Température du sol à 0m,02	3,98	4,09	4,68	4,97	4,61	4,38	4,12	4,32
» 0m,10	4,73	4,72	4,87	5,17	5,18	5,04	4,90	4,88
» 0m,30	6,47	6,45	6,40	6,36	6,38	6,40	6,40	6,41
Tension de la vapeur en millimètres	4,64	4,82	5,12	5,09	4,71	4,60	4,56	4,78
État hygrométrique en centièmes	86,4	86,3	79,1	76,8	77,9	81,1	85,1	82,9
Inclinaison magnétique 65°+	48',50	48',18	48',07	47',84	48',11	48',86	48',62	48',43
Déclinaison magnétique 17°+	36,77	37,02	42,98	41,95	38,99	35,45	35,12	37,64
Pluie en millimètres [udomètre de la terrasse (total du mois)]								9,3
» (udomètre du jardin)	1,1	0,0	4,4	1,6	0,8	2,8	1,6	12,3

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 DÉCEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT DE L'INSTITUT invite l'Académie à vouloir bien désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la prochaine Séance trimestrielle, fixée au mercredi 3 janvier 1872.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Troisième Mémoire sur la décoloration des fleurs par l'électricité; cause du phénomène; par* M. BECQUEREL (Extrait).

« M. Becquerel, dans deux Mémoires qu'il a présentés à l'Académie des Sciences, sur la décoloration des fleurs et des feuilles, au moyen de décharges électriques, même très-faibles, ou de la chaleur, a avancé que le phénomène était dû à une action purement mécanique, et que l'effet chimique qui en résultait, provenait d'une action secondaire. Dans la nouvelle communication qu'il vient de faire à l'Académie, il a démontré que telle devait être l'explication du phénomène; il en a tiré des conséquences qui serviront à éclairer plusieurs points de physiologie végétale et animale.

» L'électricité agit comme la chaleur en détruisant les enveloppes des cellules contenant les matières colorées liquides ou en granules, et les matières odorantes. Les matières colorées, en s'épanchant à l'extérieur, réa-

gissent sur les liquides ambiants, d'ou résulte une altération des couleurs qui finissent par être détruites complétement. Des effets semblables sont produits par la chaleur à une température de 40 à 50 degrés. On peut citer, comme exemple remarquable, les effets produits sur les fleurs bleues de volubilis qui s'épanouissent le matin sous l'influence solaire et qui deviennent peu à peu violettes, dans le cours de la journée, et se flétrissent le soir en ne conservant plus qu'une teinte violacée très-faible. L'électricité et la chaleur produisent les mêmes effets, mais plus rapidement que la chaleur solaire.

» Quant à l'action exercée par ces deux agents sur les matières odorantes des fleurs, elle est du même ordre que celle qui est relative aux matières colorantes; elle exhale au dehors leur odeur.

» M. Becquerel a démontré que les effets produits dans les deux cas étaient bien dus à une action mécanique détruisant ou altérant les enveloppes des cellules et produisant un épanchement, car en opérant directement sur les matières extraites des racines, des bois, des feuilles, des fleurs et des graines, ces matières ne sont nullement altérées par l'action de l'électricité.

» L'altération graduelle qu'éprouvent les couleurs des fleurs lorsqu'elles sont épanouies depuis plus ou moins de temps est due probablement à la même cause, c'est-à-dire à la rupture des enveloppes des cellules par l'action prolongée de la chaleur solaire.

» Il est probable aussi que de semblables effets sont produits dans les tissus très-fins de l'organisme animal, par l'action de l'électricité et celle de la chaleur, actions dont on n'a pas cherché jusqu'ici à se rendre compte, dans les applications de l'électricité à la thérapeutique, quand on emploie surtout des appareils d'induction d'une certaine puissance; il pourrait se faire aussi que l'électricité détruisît de fausses membranes, des dépôts légers, causes ou effets de la maladie, qui disparaîtrait avec leur destruction, laquelle est d'autant plus facile qu'ils ne sont pas sous l'empire de la vie, qui lutte pour résister à l'action destructive de l'électricité.

» Les brillantes couleurs des ailes des Lépidoptères, ainsi que celles de certains oiseaux qui ont une autre origine que celle des fleurs, puisqu'elles sont dues à une matière insoluble renfermée également dans des cellules, ou à des effets d'interférence, ne reçoivent aucune action de l'électricité, comme il était facile de le prévoir; aussi c'est une nouvelle preuve que l'électricité agit comme force mécanique à l'égard des tissus de l'organisme végétal, et probablement de l'organisme animal, pour les altérer ou les détruire.

» M. Becquerel fait remarquer que ces travaux antérieurs montrent que l'électricité peut être employée utilement pour interroger la nature et remonter aux causes qui peuvent intervenir dans la production des phénomènes. Un des exemples les plus frappants qu'on puisse citer est l'explication qu'il a donnée de la transformation du sang artériel en sang veineux, en s'appuyant sur les actions électro-capillaires qui ont lieu quand deux liquides différents, agissant l'un sur l'autre, sont séparés par un tissu à pores capillaires. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le froid du 9 décembre 1871.* Note lue par **M. Delaunay.**

« Le coup de froid qui a sévi à Paris dans la nuit du 8 au 9 décembre ne s'est fait sentir ni d'une manière simultanée, ni au même degré sur toute la France. Si nous consultons les températures observées à 8 heures du matin, qui nous sont transmises par voie télégraphique, nous trouvons: que le minimum —10 degrés de Groningue, dans les Pays-Bas, est survenu le 7 décembre; que le minimum —12°,6 de Bruxelles est survenu le 8 décembre; que le minimum —21°,3 de Paris est survenu le 9, en même temps que le thermomètre de Charleville marquait —22°,3 (1).

» C'est entre Charleville et Paris que, le 9, s'étendait la région maximum de froid. Cette température extrêmement basse, de 21 à 22 degrés au-dessous de zéro, était localisée sur une très-petite étendue du continent et même de la France. En Angleterre, la température est restée supérieure à zéro le long des côtes, même à Nairn, au nord de l'Écosse; à Greenwich seulement elle est descendue le 9 à —2°,3. Le même jour, nous avions —6 degrés à Vienne, en Autriche, —7°,9 à Bruxelles, —6°,5 à Stockholm, —8°,9 à Saint-Pétersbourg. Le long des côtes de France, de Bayonne à Dunkerque, la température variait de —3 à —6 degrés; Limoges marquait —13 degrés, Lyon —14 degrés, Berne —16 degrés, Besançon —16°,5.

» Dans la nuit suivante, du 9 au 10, la température avait remonté de 14 degrés à Paris et à Charleville; mais le froid continuant à progresser dans le sens du nord-est au sud-ouest, nous avions —15 degrés à Limoges,

(1) Le minimum indiqué par le thermométrographe d'Arago a été de —21°,5, tandis que le thermomètre électrique accusait —22°,6 à la hauteur de 33 mètres. La première température (—21°,5) est seule comparable aux températures observées dans les années antérieures, et notamment au minimum —21°,8 *constaté* à l'Observatoire en 1788.

— 17°,4 à Berne, — 9 degrés à Montauban, — 6 degrés à Bayonne et à Perpignan, — 8 degrés à Florence, tandis que sur les côtes de la Manche et des Pays-Bas le thermomètre marquait de 3 à 4 degrés au-dessus de zéro.

» C'est là, du reste, un phénomène général : les froids de l'hiver progressent presque toujours du nord-est au sud-ouest.

» Le 30 novembre, un premier minimum de — 15°,8 se montre à Hernosand, sur le golfe de Bothnie ; le 1er décembre il est reporté à Stockholm ; le 2 il passe sur les Pays-Bas ; le 3 il traverse la France.

» Le 3 décembre, un nouveau minimum de — 22 degrés à — 23 degrés s'étend de Hernosand à Saint-Pétersbourg ; le 4 il a gagné Scudesnœs, Stockholm et Riga. Nous avons vu plus haut sa marche dans les jours suivants.

» Au moment où le froid commençait à sévir à Paris, dans la matinée du 7, le thermomètre était remonté de — 22 degrés à — 8°,3 à Hernosand, et de — 26 degrés à — 10°,6 à Haparanda, au fond du golfe de Bothnie.

» Aujourd'hui, 11 décembre, le thermomètre marquait de nouveau — 22°,6 à Haparanda, — 15 degrés à Stockholm, — 14°,1 à Saint-Pétersbourg. Il est donc très-probable que l'adoucissement actuel de la température n'est que temporaire. Cependant, comme le cours des bourrasques semble s'être rétabli dans le nord, avec leur direction générale de l'ouest à l'est, il est peu à craindre que nous revenions au froid rigoureux du 9 décembre dernier. Le brouillard actuel et l'adoucissement de la température sont dus au passage d'une bourrasque dont le centre aborde en ce moment la Norwége à de hautes latitudes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la précocité du froid en* 1871 (2e Note); *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Dans la dernière séance, j'ai appelé l'attention de l'Académie sur le froid inusité du dernier mois de novembre en France, et j'ai fait remarquer que, comme en décembre 1870 et janvier 1871, les parties méridionales de notre territoire avaient relativement été plus éprouvées que les régions septentrionales. Les documents que j'ai reçus jusqu'ici de l'étranger, à Montsouris, pour le mois de novembre, montrent qu'il en est de même en Italie. Ainsi, si l'on compare les minima suivants observés du 18 au 26 (1), à Rome et à Trieste, on trouve :

---

(1) Je m'arrête au 26 dans cette comparaison, parce que c'est le jour où s'arrête le dernier

Novembre 1871.

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Moyennes des 9 jours.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Trieste............	4,6	2,6	-1,2	2,3	2,6	4,0	4,7	3,8	5,0	3,16
Rome..............	4,1	3,4	3,2	4,0	3,0	0,1	4,0	5,0	7,4	3,80

» On voit que la moyenne des minima est presque égale des deux côtés, malgré la différence des latitudes et la position plus continentale de Trieste.

» Dans l'Europe centrale, les stations situées à l'ouest des chaînes de montagnes ont été plus éprouvées que celles qui sont dans la grande plaine allemande. Pour s'en assurer, on peut comparer les nombres que j'ai donnés, pour la France, dans la dernière séance, auxquels j'ajoute ici Ichtratzheim, près Strasbourg, et Doulevant-le-Château (Haute-Marne), avec les nombres suivants, observés à Vienne et à Bude, situées à des latitudes presque semblables et dans l'intérieur du continent :

Minima observés en novembre 1871.

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Moy. des 11 jours.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Ichtratzheim (M. l'abbé Müller).	-1,5	-2,0	-7,2	-3,5	-5,4	-5,7	-1,9	-5,2	-6,7	-3,0	-3,5	-4,15
Doulevant (M. Pissot)........	0,5	0,4	-6,0	-6,5	-8,0	-7,0	-2,2	-2,0	-3,5	-3,0	-3,4	-3,70
Vienne (M. Jelinek)..........	0,3	-1,2	-1,4	-1,6	-1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,4	-0,15
Bude (M. Guido-Schenzl).....	2,4	1,0	0,0	1,0	1,5	4,7	3,6	2,2	3,2	4,4	3,3	+2,48

» Je ne fais qu'indiquer ici ces rapprochements, que je me propose de continuer, sous une autre forme, lorsque j'aurai les documents complets.

» Mais je voudrais donner à l'Académie un aperçu du froid extraordinaire que nous venons de ressentir à Paris dans la matinée du 9 décembre. Voici les nombres observés à Montsouris :

	Thermomètre sous l'abri.	Thermomètre-fronde.	
	°	°	
5h matin..........	—19,4	—19,7	
6 »	—20,7	—21,0	
7 »	—22,9	—23,2	
Entre 7 et 8 » (minimum).	—23,5	—23,7	7h 45m (obs. de M. Renou
8 »	—23,1	—23,4	
9 »	—21,9	—22,2	
10 »	—20,0	—20,8	

Excès moyen de l'abri sur la fronde......... 0°,36

Moyenne de la journée du 9 décembre. ..... — 17°,80

---

numéro de la *Rassegna Settimanale*, qui donne, chaque semaine, les observations faites par Mme C. Scarpellini à la station météorologique du Campidoglio.

» On ne trouve nulle part, dans aucun document, la trace d'une pareille température réellement observée à Paris. Les deux circonstances analogues que l'on peut rappeler sont celles qui se sont présentées en décembre 1788 et janvier 1795.

» Pour la première, Arago, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1825, a donné, comme minimum du 31 décembre 1788, $-22°,3$. Plus tard, on trouve, dans ses *OEuvres* (*Notices scientifiques*, t. V, p. 299 et 363), $-21°,8$, sans que la cause de ce changement soit d'ailleurs indiquée. Ce dernier nombre paraît être la traduction, en degrés centésimaux, du chiffre $-18°,5$ obtenu par Messier, avec un thermomètre qui marquait, dans l'eau bouillante, 85 degrés. Cotte (*Journal de Physique*, t. XXXIV, p. 348) dit qu'on a eu à Paris $-17°,4$ R., sans spécifier la source de cette information; mais on y reconnaît aussi la traduction en degrés Réaumur du chiffre obtenu par Messier à son observatoire de l'hôtel de Cluny.

» Pour le 23 janvier 1795 (et non le 25 janvier, comme Arago l'a écrit par inadvertance, et comme tout le monde le répète et l'imprime depuis), Lalande, dans un article inséré au *Magasin encyclopédique* (t. I; 1795), dit que Nouet, élève astronome à l'Observatoire de la République, a eu, ce jour, au matin, $-18°\frac{3}{4}$ R., ou $-23°,44$ C., mais sans nous apprendre rien ni du thermomètre employé, ni de son emplacement. Lalande dit aussi que Messier a trouvé à l'hôtel de Cluny, avec deux thermomètres, $-18°\frac{1}{2}$ et $-18°\frac{3}{4}$; il oublie d'ajouter que les thermomètres employés par Messier n'étaient pas des thermomètres à l'échelle de Réaumur, mais que Lavoisier, en 1776, avait trouvé qu'ils marquaient 85 degrés à l'eau bouillante. Quand on remarque l'identité ($-18°\frac{3}{4}$) entre le nombre de Messier et celui que Lalande attribue à Nouet sans aucun détail, il devient très-vraisemblable que l'origine de ces évaluations est la même, c'est-à-dire l'observation de Messier; ce qui donnerait, en tenant compte des corrections, un minimum de $-22°,0$ pour le 23 janvier 1795. Cotte, à Montmorency, avait observé $-20°,0$.

» En m'appuyant sur les documents qui précèdent, et dont je dois la plus grande partie à l'inépuisable érudition de mon ami et collaborateur M. Renou, je ne prétends pas que le nombre $-23°,7$, observé le 9 décembre 1871 à Montsouris, soit le minimum absolu qu'on ait jamais éprouvé à Paris; je suis même persuadé du contraire. Seulement, les conditions dans lesquelles on opérait, c'est-à-dire en lisant un thermomètre placé à une fenêtre, ne pouvaient, surtout lors d'un froid très-vif et très-rapide, ne

donner qu'une idée très-imparfaite de la température réelle. J'en fournirai une preuve frappante en citant ce qui vient d'arriver, le 9 décembre, à Paris et dans ses environs. Nous avons trois observations faites sous un abri indépendant des bâtiments, et elles nous donnent respectivement :

Montsouris........................	—23°,5
Auberviliers (M. Mauguière)..........	—24,4
Saint-Maur (M. Lecœur)............	—23,3

D'un autre côté, trois bons thermomètres, observés à une fenêtre, ont donné :

A Paris, 3, rue du Regard... —16°,7; 2, rue de l'École-de-Médecine.. —14°,0;
A Versailles, 17, rue des Réservoirs (M. Bérigny).................... —18°,2 (1).

» On voit donc que, indépendamment des erreurs instrumentales, qui sont, le plus souvent, de nature à surélever les indications thermométriques, la position des appareils pouvait augmenter, d'une manière fautive, de

---

(1) Voici quelques nombres que j'ai reçus jusqu'à présent de diverses stations météorologiques, et qui permettent d'apprécier la généralité du refroidisssement du 8 au 10 décembre, et la façon dont le phénomène s'est réparti sur le territoire français :

Perpignan (M. le Dr Fines). Minimum du 9 : —9°,4; minimum du 10 : —10°,0. Ces observations ont été faites en rase campagne.

Larressore (Basses-Pyrénées) (M. l'abbé Souberbielle). Minimum du 9 : —5°,4; du 10 : —8°,2; du 11 : —7°,6.

Montpellier (École Normale). Minimum du 9 : —7°,5; minimum du 10 : —9°,5.

Vendôme (M. Nouel). Minimum du 8 : —12°,3; minimum du 9 : —14°,7; minimum du 10 : —12°,9.

La Baumette, près Angers (M. A. Cheux). Minimum du 9 : —12°,0; minimum du 10 : —8°,9.

Saint-Pierre-lès-Nemours (M. le Dr Goupil des Pallières). Le 9, à 6h45m du matin : —26°,0; à 10 heures du soir : —19°,0

Choisy-le-Roi (M. Blondin). Le 9, à 9h45m du matin : —20°,5.

Soissons (M. Tassin). Minima observés, le 7 : —11°,0; le 8 : —15°,5; le 9 : —21°,0; le 10 : —10°,0.

Épinal (M. Demangeon). Minima observés, le 8 : —25°,7; le 9 : —25°,6; le 10 : —18°,3.

Ichtratzheim (M. l'abbé Müller). Minimum du 9 : —23°,3.

A *Vagney* (Vosges), M. Thiriat avait eu, dès le 8 au matin, —23°,2; et à *Doulevant* (Haute-Marne), M. Pissot avait observé, le 3, —16°,4, et le 6, —16°,5. Le froid du 9 a dû s'être fait sentir, dans ces deux localités, plus vivement que partout ailleurs. Le minimum s'est manifesté, dans le Midi, un jour plus tard que dans le Nord et dans l'Est.

plusieurs degrés la température réellement existante. La seule évaluation à l'abri de tout reproche est celle qu'on obtiendrait en tournant, sur un plateau étendu, le thermomètre fronde, faisant plusieurs lectures successives et prenant leur moyenne. Des observations ainsi recueillies donneraient, sur des points très-éloignés du même plateau, des nombres parfaitement concordants. »

M. Marignac fait hommage à l'Académie d'une Note relative à « l'influence prétendue de la calcination sur la chaleur de dissolution des oxydes métalliques ». Cette Note est extraite des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève* (novembre 1871).

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation.* Mémoire de **M. P.-P. Dehérain**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Les nombreuses analyses de terres arables, que possède aujourd'hui la science agricole, établissent la présence dans le sol d'une quantité notable d'azote combiné, dont on ne peut attribuer l'origine aux résidus des anciennes fumures, puisque M. Boussingault a reconnu que la somme de l'azote contenu dans les végétaux récoltés, pendant un assolement sur une surface donnée, était supérieure à la quantité d'azote contenu dans les engrais que cette surface a reçus. L'excédant est souvent considérable, et pour l'expliquer, il faut, ou bien admettre que les plantes prennent directement l'azote dans l'air et le fixent dans leurs tissus, ou bien que par suite d'une réaction encore mal connue, la terre arable se charge peu à peu d'azote atmosphérique et le transmet ensuite aux végétaux.

» Les nombreuses expériences tentées en France par M. Boussingault, en Angleterre par MM. Lawes, Gilbert et Pugh, pour reconnaître si les plantes prennent directement l'azote dans l'air, ont échoué; l'apport d'ammoniaque ou d'acide nitrique par les météores, pluie, neige ou rosée, est à peine suffisant pour combler les pertes occasionnées par l'évaporation de l'ammoniaque dans l'air, par l'écoulement des eaux superficielles et souterraines qui entraînent facilement les nitrates, enfin par l'émission d'azote libre qui se produit pendant la décomposition des matières organiques données comme engrais, de telle sorte qu'il est évident, *à priori*, qu'une

cause puissante doit intervenir pour déterminer la fraction dans le sol de l'azote que l'analyse y décèle.

» En réfléchissant aux circonstances variées dans lesquelles se produit l'union des deux éléments de l'air, on reconnaît qu'elle accompagne habituellement l'oxydation d'une matière combustible, et je pensai que l'oxydation des matières organiques provenant des débris des végétations antérieures ou des fumures, pouvait peut-être entraîner la combinaison de l'azote atmosphérique avec l'oxygène.

» Pour m'en assurer je résolus d'entreprendre deux séries d'expériences : dans la première, la seule dont je veuille aujourd'hui entretenir l'Académie, je constate l'absorption de l'azote gazeux pendant l'oxydation des matières organiques ; dans la seconde, qui sera l'objet d'une Communication ultérieure, je recherche cet azote engagé en combinaison, en m'efforçant de préciser les réactions qui donnent naissance à la matière noire de la terre arable.

» Après de nombreux tâtonnements, je suis arrivé à obtenir régulièrement l'absorption de l'azote en opérant de la façon suivante : on étire un matras en verre vert de 200 centimètres cubes, on y introduit un mélange à volumes égaux d'air et d'oxygène dont on a déterminé exactement la composition, puis un liquide formé de 15 grammes de glucose dissous dans 15 centimètres cubes d'eau et de 15 centimètres cubes d'ammoniaque ordinaire ; on ferme à la lampe : comme la manipulation est rapide, il n'entre qu'une quantité d'air insignifiante dans le matras ; si même l'air pénétrait en quantité plus sensible, l'expérience n'en serait pas entachée, puisque la proportion d'azote deviendrait dans le matras un peu plus grande que ne l'indique l'analyse ; une faible fraction de l'azote absorbé passerait seule inaperçue. On chauffe pendant une centaine d'heures au bain-marie ; quand le refroidissement est complet, on marque la hauteur du liquide sur le col du matras retourné, puis on casse la pointe sous l'eau ; l'absorption est considérable, avec les proportions précédentes ; il ne reste que de l'azote. Tout l'oxygène, tout l'acide carbonique ont disparu ; on recueille le gaz dans une éprouvette graduée, on s'assure par la potasse et l'acide pyrogallique qu'il ne reste ni oxygène, ni acide carbonique, puis on lit l'azote restant qui est en quantité notablement plus faible que celui qu'on a introduit.

» Voici le détail de deux expériences :

» Le gaz introduit renfermait sur 100 parties : oxygène, 58,40 ; azote, 41,60 ; le liquide glucose et ammoniaque occupait 30 centimètres cubes, et le gaz contenu dans le matras, 184 centimètres cubes ; avant l'expérience,

il y avait donc $76^{cc},5$ d'azote dans le mélange; quand, après avoir chauffé le matras, on a cassé la pointe sous l'eau, on n'a plus retrouvé que 70 centimètres cubes de gaz, qui ne renfermait ni oxygène ni acide carbonique; il y avait donc eu $6^{cc},5$ d'azote absorbé ou 8,6 pour 100.

» Dans une des expériences faites avec le glucose azoté de M. P. Thenard et de l'ammoniaque, avec un gaz renfermant 52 d'azote pour 48 d'oxygène, on a constaté une absorption de $11^{cc},3$ sur 53 introduits, c'est-à-dire de 21,5 pour 100.

» En résumé, on a fait six expériences à l'aide de l'acide humique mélangé de potasse, agissant sur de l'air atmosphérique, et sur 100 volumes d'azote introduits, on a absorbé en moyenne $7^{vol},2$.

» Deux expériences ont été faites avec le humus du vieux bois mélangé à la potasse; le gaz introduit était riche en oxygène, on a absorbé sur 100 volumes, 3,6; quand on a substitué à la potasse de l'ammoniaque, on n'a observé aucune absorption d'azote, mais il y avait, au contraire, à la fin de l'expérience, un peu plus d'azote qu'au commencement.

» Dans vingt de ces expériences faites avec le glucose et l'ammoniaque agissant sur des volumes égaux d'air et d'oxygène, on a constaté, en moyenne, une absorption de $5^{cc},9$ d'azote sur 100 introduits. Enfin, dans quatre expériences, on a employé un mélange de glucose azoté de M. P. Thenard et d'ammoniaque, et on a cherché, en moyenne, sur 100 d'azote introduits, 15,4.

» Ainsi, en présence de la combustion lente des matières organiques, l'azote atmosphérique entre en combinaison, probablement pour former de l'acide nitrique qui, au contact d'un excès de matière carbonée, se réduit et cède son azote à la matière organique; cette dernière réaction a été établie par M. P. Thenard ; nous l'avons vérifiée, et nous appuyant sur elle, nous pouvons essayer de nous figurer quelle est l'origine de l'excès d'azote que nous trouvons dans les plantes et dans le sol sur les quantités fournies par les fumures.

» La condition pour que l'azote atmosphérique soit entraîné dans une combinaison, c'est qu'une matière organique se brûle à l'air : toute plante qui abandonne des débris sur le sol qui l'a porté est donc l'occasion d'une fixation d'azote plus ou moins grande; cette réaction se continue pendant de longues années et finit par accumuler dans les terres abandonnées à une végétation spontanée, comme les landes, une quantité d'azote suffisante pour qu'au moment du défrichement le cultivateur puisse en tirer plusieurs récoltes de céréales, sans faire intervenir d'engrais azotés; c'est ainsi égale-

ment que la prairie ou la forêt suffisent à l'exportation régulière du foin ou du bois, sans que jamais l'homme intervienne pour compenser les pertes d'azote qu'elles subissent périodiquement et depuis un temps immémorial.

» La puissance productrice du sol de la forêt ou de la prairie n'est cependant pas comparable à celle de la terre arable; les débris végétaux ne s'y trouvent pas dans un état aussi favorable à la combustion que ceux qui constituent le fumier que reçoit cette dernière, car nous avons vu plus haut que le glucose azoté qui se forme pendant la fabrication du fumier de ferme est, de tous les mélanges que nous avons employés, celui qui favorise davantage la fixation de l'azote atmosphérique. Ce n'est donc pas seulement par les six millièmes d'azote qu'il renferme que le fumier exerce son action sur la végétation, c'est aussi par la matière carbonée en décomposition qui en constitue la masse tout entière; enfouie dans le sol, cette matière s'y conserverait peut-être longtemps, si le cultivateur ne s'efforçait de déterminer son oxydation; pour y réussir, il déchire la terre du soc de sa charrue, il l'aère, il lui prodigue les façons; sous l'iufluence de l'air la matière organique se brûle en donnant les notables quantités d'acide carbonique que les analyses de MM. Boussingault et Lewy ont constaté dans l'atmosphère confinée dans le sol; cette combustion détermine l'union des deux éléments de l'air, et à l'azote que renferme normalement le fumier vient s'ajouter celui qui, prélevé sur l'atmosphère, est dorénavant entraîné dans la série de métamorphoses qui le conduiront du sol, à la plante et de la plante à l'animal.

» Quelles sont les conditions de composition, d'aération, d'humidité qui favorisent la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol arable? C'est ce qu'il importe de rechercher, car nos expériences nous ont montré que les circonstances dans lesquelles on observe la combinaison de l'azote gazeux sont très-nettement définies; elle ne se produit ni lorsque les oxydations sont trop rapides, ni lorsqu'elles sont trop lentes, et il est probable que dans toutes les terres l'azote ne se fixe pas avec la même facilité; peut-être, en poursuivant ces études, pourra-t-on dévoiler les conditions les plus favorables à l'accomplissement de ce phénomène remarquable et réussira-t-on ainsi à préciser une des causes dominantes de la fertilité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la diffusion des vapeurs mercurielles; par* **M. Merget** (1).

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Fizeau.)

« Les seuls travaux dont la diffusion des vapeurs mercurielles ait été l'objet sont ceux de Faraday, qui datent déjà de près d'un demi-siècle, et dont les conclusions n'ayant jamais été contestées pendant cette longue période, sont acceptées comme exprimant des vérités acquises à la science.

» On sait que l'illustre physicien anglais employait, comme réactif, une feuille d'or qu'il suspendait au-dessus du mercure, et qui devait blanchir par amalgamation ou conserver sa couleur, suivant qu'il y aurait, ou non, émission de vapeurs. Après deux expériences, l'une positive, l'autre négative, et en s'autorisant d'ailleurs de faits précédemment observés par H. Davy, relativement à la transmission de l'électricité dans le vide barométrique, il fut amené à formuler les deux conclusions suivantes :

» 1° Que le phénomène de la vaporisation du mercure n'est pas continu, et qu'il cesse absolument de se produire à la limite inférieure de — 7 degrés environ;

» 2° Que, pour des températures supérieures à cette limite, et dans une étendue de l'échelle thermométrique qu'il laisse indécise, les vapeurs émises, contrairement à la loi générale de diffusion des fluides élastiques, forment au-dessus du liquide générateur une couche de très-faible épaisseur, laquelle atteindrait à peine quelques centimètres à la température ordinaire.

» Ces conclusions sont en contradiction flagrante, d'une part, avec les déductions des formules empiriques ou théoriques, qui expriment les tensions maximum des vapeurs des liquides parfaits, en fonction de la température, et qui toutes tendent à faire admettre implicitement la continuité du phénomène d'évaporation; d'autre part, avec les idées qui ont cours maintenant sur la constitution et les propriétés des fluides élastiques.

» On s'accorde assez généralement aujourd'hui à considérer les gaz et les vapeurs, comme composés de molécules qui se meuvent dans tous les sens

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant, en étendue, les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

avec des vitesses moyennes considérables, qui dépendent, pour chacun d'eux, de sa nature et de sa température.

» Quant aux vapeurs, tout en jouissant, une fois formées, des propriétés générales des gaz, leur formation elle-même s'expliquerait par une véritable projection de molécules détachées de la masse du liquide générateur, et s'échappant de sa surface libre avec des vitesses moyennes dirigées de bas en haut, qui croîtraient avec leur température, et qui devraient les porter à la hauteur, d'où elles acquerraient, en tombant, la même vitesse de chute.

» Les expériences de Faraday ne m'ont paru assez décisives ni par le nombre ni par la rigueur, pour que leur opposition avec une théorie aussi plausible que la théorie dynamique des gaz n'autorisât pas quelques doutes contre leur exactitude.

» Ces doutes m'ont conduit à les reprendre, et ma première préoccupation a été de me procurer un réactif plus impressionnable aux vapeurs mercurielles que l'or en lames; plusieurs peuvent lui être avantageusement substitués, et parmi eux les plus sensibles sont les solutions salines des métaux précieux.

» Étendues sur du papier ordinaire après addition de substances hygrométriques qui retardent leur dessiccation, ces solutions sont réduites par les vapeurs du mercure, conformément aux lois de Richter. Le métal réduit recouvre le papier et lui communique des teintes de plus en plus foncées, qui aboutissent définitivement au noir, mais avec des tons variables, suivant la nature des métaux, et assez nettement caractéristiques pour chacun d'eux.

» Les sels les plus usuels des métaux précieux, tels que l'azotate d'argent, les chlorures solubles d'or, de platine, de palladium et d'iridium, sont ceux qui donnent les meilleurs effets dans la préparation des papiers sensibles; cependant, comme la sensibilité de l'azotate d'argent s'exalte en présence de l'ammoniaque, par suite de l'action de cette base sur l'azotate de mercure formé, j'ai pensé qu'il y aurait avantage à le rendre ammoniacal, et l'expérience a confirmé cette prévision.

» L'azotate ammoniacal d'argent, avec lequel on tire quelques traits à la plume sur une bande de papier ordinaire, fournit donc le meilleur réactif pour la révélation des vapeurs mercurielles. Comme les papiers qui en sont imprégnés se teintent, quoique très-faiblement, à la lumière, et qu'ils s'altèrent encore dans l'obscurité, quoique plus lentement, on devra renoncer à l'emploi de ce sel dans les recherches de longue durée, ou dans celles qui seraient faites avec une lumière trop vive, telle que celle des rayons solaires directs. On le remplace comme agent sensibilisateur, en

pareil cas, par les chlorures de palladium et de platine, qui sont à peu près inaltérables, soit photo-chimiquement, soit spontanément.

» En employant, suivant l'occasion, l'un ou l'autre de ces trois papiers réactifs, j'ai constaté :

» 1° Que la vaporisation du mercure est un phénomène continu, qui n'est même pas interrompu par la solidification de ce métal;

» 2° Que les vapeurs émises possèdent un pouvoir diffusif considérable, lequel, sans être exactement mesurable, ne semble cependant pas trop s'écarter de l'ordre de grandeur que lui assignent, *à priori*, les déductions de la théorie dynamique des gaz.

» La seconde de ces constatations résulte d'observations faites dans des locaux très-vastes et très-élevés, où j'ai retrouvé, depuis le plancher jusqu'au plafond, les vapeurs de mercure émises par des surfaces évaporatoires assez faibles de ce métal.

» La première résulte d'une série de très-nombreuses expériences faites à toutes les températures comprises entre +25 et −26 degrés; et de quatre expériences faites aux températures de −30, −35, −40 et −44 degrés.

» Comme dernier trait de ressemblance des vapeurs mercurielles avec les autres fluides élastiques, je signale la propriété qu'elles possèdent d'être condensées par un certain nombre de corps absolument dépourvus de toute action chimique sur elles, tels que le charbon, le platine, etc., et de traverser avec une extrême facilité les corps poreux, tels que le bois, la porcelaine dégourdie, etc.

» Des faits qui précèdent, on peut tirer de nombreuses applications dont j'indiquerai seulement les principales.

» Je constate d'abord, dans le domaine de l'analyse chimique, l'accroissement de précision et de sensibilité que l'emploi du papier réactif à l'azotate d'argent ammoniacal donne aux procédés de recherches qualitatives du mercure.

» On sait que, dans ceux de ces procédés où l'on emploie la voie humide, on détermine, sur une lame de cuivre, par simple précipitation, ou sur une lame d'or, par précipitation électrochimique, la formation d'un amalgame qu'on reconnaît, d'une part, à sa teinte blanche, d'autre part, à la disparition de cette teinte quand on chauffe. Mais, si les liqueurs essayées ne contiennent pas des proportions de mercure assez notables, on n'obtient plus que des nuances d'un caractère trop indécis pour en rien conclure. Dans ces cas douteux, où l'œil ne discerne aucune trace d'amalgamation, si celle-ci s'est produite à un titre quelconque, il suffit d'appliquer la lame de cuivre ou d'or sur le papier à l'azotate d'argent

ammoniacal, pour obtenir une coloration brune, caractéristique de la présence du mercure.

» J'ai pu, de cette façon, démontrer la présence de ce métal dans des solutions de bichlorure au $\frac{1}{1000000}$.

» Dans les procédés par la voie sèche, les vapeurs mercurielles qu'on met en liberté viennent se déposer sur les parties froides des appareils, où l'on essaye de les réunir en gouttelettes visibles à l'œil nu ou au microscope; mais celles-ci ne seront pas apparentes si l'on opère sur de trop petites quantités de mercure. Les moindres traces de vapeurs, absolument insuffisantes pour donner un dépôt perceptible, sont nettement accusées, au contraire, par le papier sensibilisé par les sels d'argent.

» Réciproquement, les sels des métaux précieux se distinguent de tous les autres par les effets de coloration qui résultent de leur exposition aux vapeurs mercurielles; les nuances des teintes foncées qu'ils prennent alors sont même, dans une certaine mesure, caractéristiques de l'espèce du métal.

» Les sels de platine et d'iridium, en raison de l'inaltérabilité des métaux constituants, peuvent servir à tracer, à la plume ou au pinceau, non-seulement sur le papier, mais aussi sur les surfaces de tout corps incapable de les modifier chimiquement, des caractères ou dessins qui, après réduction par les vapeurs mercurielles, sont inattaquables par la presque totalité des agents chimiques.

» On trouve donc, dans l'emploi combiné de ces sels et des vapeurs de mercure, des éléments d'une mise en œuvre très-facile, pour la confection d'encres indélébiles propres à écrire ou à dessiner sur papier, linge, bois, etc.

» Composées avec les sels d'or, de palladium et d'argent, ces encres, quoique moins inaltérables, peuvent cependant être avantageusement utilisées dans quelques cas particuliers.

» Au lieu d'employer les solutions de ces divers sels en qualité d'encres d'écriture ou de dessin, on peut les étendre en couches minces sur du papier ordinaire et les exposer ensuite aux vapeurs émises par les traits de caractères ou de dessins préalablement mercurisés.

» En renversant ainsi la question, je suis arrivé à résoudre, dans des conditions nouvelles, le problème de l'impression photographique sans lumière.

» Il me suffit, pour cela, d'exposer un positif sur verre, ou même sur papier, quand il est convenablement préparé aux vapeurs de mercure que l'argent réduit peut condenser avec une très-grande énergie, et qu'il aban-

donne ensuite lorsqu'on presse le cliché sur une feuille de papier sensibilisée avec la solution d'un sel quelconque des métaux précieux.

» Les épreuves ainsi imprimées, quand elles proviennent d'un sel d'argent, se virent et se fixent par les procédés usités en photographie; quand elles proviennent d'un sel d'or, de palladium, de platine ou d'iridium, le virage se trouvant naturellement supprimé, le fixage s'obtient par un simple lavage à l'eau ordinaire, et les épreuves, après cette unique et très-simple manipulation, sont désormais absolument inaltérables à la lumière et à tous les agents atmosphériques; de plus, celles qui sont formées par du platine ou de l'iridium réduits sont indélébiles, et ne peuvent être détruites que par des agents chimiques qui altéreraient, en même temps, très-profondément la pâte du papier d'impression.

» Aux clichés sur verre, on peut évidemment substituer avec avantage des planches métalliques préparées pour la gravure, soit par l'application de procédés photo-chimiques, soit par le travail de la pointe, à la condition de mercuriser préalablement les parties de ces planches où le métal a été mis à vif.

» La perméabilité des corps poreux aux vapeurs mercurielles m'a permis de prendre, sur papier sensibilisé, des empreintes de feuilles et de tiges, qui, non-seulement reproduisent avec la fidélité la plus irréprochable les plus fins détails du modèle, mais les font même plus vigoureusement ressortir, par suite d'effets très-marqués de contraste. Prises sur des modèles de choix, ces empreintes fourniront des collections intéressantes de types pour les démonstrations de la botanique, et le procédé qui m'a servi à les obtenir pourra certainement être utilisé dans plus d'une recherche d'anatomie et de physiologie végétales.

» En physiologie animale, l'étude des questions qui se rattachent à l'action des mercuriaux sur l'économie sera facilitée par l'emploi de réactifs qui, décelant les moindres traces des agents toxiques ou médicamenteux, permettront d'analyser plus rigoureusement leur mode d'action et leurs effets.

» Il résulte déjà d'une série d'expériences tentées sur des animaux de petite taille (oiseaux, cabiais) que les vapeurs mercurielles respirées par eux en plein air leur sont rapidement mortelles, et j'ai commencé des recherches sur ce sujet, auquel se rattache naturellement l'hygiène des professions qui ont pour objet le travail du mercure.

» En prenant date à cet égard, je mentionnerai, dès à présent, les résultats généraux d'observations recueillies dans un grand atelier d'étamage de glaces occupant un local aussi spacieux que largement aéré et dont l'installation est parfaitement appropriée aux opérations de cette industrie.

» Malgré cet ensemble de conditions exceptionnellement avantageuses au point de vue de l'hygiène, j'ai constaté que, dans la vaste pièce où les glaces reçoivent leur tain, l'atmosphère, depuis le plancher jusqu'au plafond, était en tout temps saturée de vapeurs mercurielles; et que les ouvriers, qui n'y séjournent cependant que quatre heures par jour, ont leur peau, leur barbe, leurs cheveux et toutes les parties de leurs vêtements fortement imprégnés de mercure condensé, de sorte que, même en dehors de l'atelier, ils restent sous l'influence des émanations délétères de ce métal. J'indique dans mon Mémoire le moyen de les soustraire à cette intoxication permanente. »

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir signalé les résultats remarquables obtenus par M. Merget, rappelle les observations de M. Boussingault au sujet de l'effet délétère que les vapeurs mercurielles exercent sur les plantes dans une atmosphère confinée. M. Boussingault ayant reconnu que le soufre émet, en pareil cas, des vapeurs capables de neutraliser l'action du mercure, on est conduit à engager M. Merget à étudier dans les ateliers, au moyen des procédés nouveaux et délicats qu'il vient de faire connaître, l'influence préservatrice du soufre.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition de la chaux phosphatée récemment exploitée dans les départements de Tarn-et-Garonne et du Lot.* Note de **M. A. Bobierre.**

(Renvoi à la Commission nommée pour la question des gisements de phosphates naturels.)

« Les résultats contenus dans cette Note ne s'appliquent pas à des déterminations analytiques complètes, puisque n'ayant dosé ni l'acide carbonique ni le fluor des phosphates soumis à l'examen, je ne puis encore grouper les éléments isolés dans mes essais. Toutefois les agronomes et les nombreux industriels qui se livrent aujourd'hui au commerce de l'acide phosphorique, sous ses diverses formes, apprendront avec intérêt quelles ressources offrent les gisements nouveaux, soit pour la préparation des superphosphates, soit pour la mise en vente de phosphates pulvérulents propres aux défrichements.

» Dans les essais effectués au point de vue agricole qui sont résumés dans le tableau ci-dessous, la chaux a été dosée à l'état de sulfate, et l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Composition pour 100 parties.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Sable siliceux	1,0	4,70	12,7	12,6	3,0	1,0	1,4	0,93
Acide phosphorique	38,0	32,94	36,48	35,84	36,8	37,1	37	38,32
Chaux totale contenue dans la substance...	51,47	»	»	»	»	»	51,50	48,92
Complément représentant l'eau volatile au rouge, le fluor, le chlore, l'acide carbonique, les oxydes de fer et de manganèse, etc.	9,53	»	»	»	»	»	10,1	11,83
	100	»	»	»	»	»	100	100
Phosphate de chaux tribasique correspondant à l'acide phosphorique	82,6	71,16	79,3	77,9	80	80,6	80,4	83,3
Chaux en excès sur le phosphate tribasique et combinée à l'acide carbonique, au fluor, au chlore	6,87	»	»	»	»	»	8,10	3,94

Observations. — Les résultats de la colonne 8 ont été obtenus par l'essai de huit échantillons. L'ensemble des chiffres du tableau se rapporte donc à quinze analyses.

» Au sujet du gisement et des caractères généraux des phosphates du terrain jurassique de Caylux et de Carjac, M. Daubrée a récemment donné des détails qui laissent peu à désirer. Je dois toutefois constater que la forte cohésion et la texture rayonnée des phosphorites d'Espagne, souvent observées au *Laboratoire de chimie agricole* de Nantes, ne se reproduisent pas dans les matières dont il est question. Ici le phosphate aggloméré, soit par dépôt mamelonné, soit par couches stratifiées, offre une certaine solubilité dans l'eau gazeuse, et l'on est fondé à effectuer des tentatives pour rechercher si, à l'exemple des nodules trouvés dans l'argile du Gault, les phosphates nouveaux ne seraient pas attaqués et dissous par les multiples influences du sol.

» Je dois ajouter que le mode d'essai trop souvent employé pour le dosage des phosphates destinés à l'agriculture, et qui consiste à précipiter par l'ammoniaque leur solution acide, fournit, lorsqu'il s'agit de la chaux phosphatée de Caylux, des résultats extrêmement inexacts. L'inexactitude, la variabilité des chiffres apparaît surtout lorsqu'on opère comparativement tantôt sur du phosphate brut, tantôt sur du phosphate préalablement calciné. Voici quelques chiffres bien propres à démontrer cette vérité :

Un précipité ammoniacal de la chaux phosphatée de Caylux et supposé tribasique pèse			67,60
On dose...	Chaux	35,00	
	Acide phosphorique	32,94	
		67,94	
	Erreur en plus	0,34	

» Or les 32,94 d'acide représenteraient 71,60 de phosphate tribasique et non 67,60. C'est donc la chaux qui fait défaut dans le précipité. Or j'ai démontré, à la suite de nombreux essais sur les nodules de l'Est, que c'est ordinairement la chaux qui est en excès, et dont le poids s'ajoute au phosphate tribasique.

Autre exemple :

Précipité obtenu par l'ammoniaque dans la solution acide de la chaux phosphatée			68,9	68,9
» sur l'échantillon calciné			71,60	»
Dans les 68,9, on dose	Chaux	33,93		
	Acide	34,97		
		68,90		
Dans les 71,6, on obtient	Chaux		35,16	
	Acide		35,94	
			71,10	

» Dans ces deux circonstances, on voit que la chaux est en déficit, eu égard à l'acide phosphorique, puisqu'elle devrait s'élever à 41 pour 100 dans le premier cas, et à 42 pour 100 dans le second. Cependant il y a excès de chaux dans la matière analysée, et l'acide oxalique précipite les liqueurs filtrées de la substance qu'on a traitée par l'ammoniaque. Des analyses complètes, et discutées en vue d'un groupement rationnel des éléments, permettront évidemment d'expliquer ces résultats. J'ai dû toutefois les signaler aux agriculteurs et aux fabricants d'engrais, dont les pratiques sont souvent déterminées par des essais sommaires des matières premières employées. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gisements de chaux phosphatée des cantons de Saint-Antonin et de Caylux (Tarn-et-Garonne); par* M. TRUTAT.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans la séance du 30 octobre dernier, M. Daubrée a lu une Note sur les dépôts de chaux phosphatée récemment mis en exploitation dans les départements de Tarn-et-Garonne et du Lot, Note dans laquelle le savant professeur a attribué ces dépôts à des sources phosphatées, fortement chargées d'acide carbonique, qui sourdaient pendant l'époque tertiaire.

» Comme il nous a été donné d'étudier avec quelques détails les gisements de phosphate des cantons de Saint-Antonin et de Caylux, nous avons pu reconnaître quelques faits nouveaux qui servent à préciser l'âge de ces

dépôts et permettraient d'expliquer plus complétement peut-être leur mode de formation.

» Si l'on examine attentivement la direction des divers gisements, l'on reconnaît bientôt que tous se rangent dans les deux directions signalées par M. Daubrée : les uns allant de l'est à l'ouest, les autres étant sensiblement perpendiculaires aux premiers. Évidemment ces deux directions constantes ont dû être produites par des causes puissantes et qui ont étendu leur action à la contrée tout entière. Ces causes, nous les trouvons décrites avec la plus grande exactitude dans une étude sur les formations secondaires des bords sud-ouest du plateau central, que M. Magnan a publiée il y a deux ans (1). Dans ce travail ce géologue a signalé plusieurs failles qui ont donné au pays son relief actuel. L'une, la *faille du Varen*, est dirigée est-ouest et suit plus ou moins la rivière de l'Aveyron; l'autre, la *faille de la Bonnette,* marche au contraire suivant une direction nord — 25 degrés est. Ces deux directions sont précisément celles de nos gisements, et nous devons ajouter que la manière d'être de ces dépôts est différente suivant qu'ils marchent dans l'une ou dans l'autre de ces directions.

» Les uns, d'après les termes mêmes de M. Daubrée (2), sont des veines » allongées avec deux parois verticales sensiblement parallèles, » ils sont orientés nord — 25 degrés est, tandis que dans les autres, dirigés est-ouest, « le phosphate a rempli des cavités irrégulières ouvertes dans le calcaire ».

» Dans le premier cas (Pendaré), la chaux phosphatée occupe les fentes du calcaire dans toute leur étendue; elle est compacte, à texture rubanée, à cassure vitreuse, et ce n'est qu'accidentellement que certaines parties de ces gisements contiennent des masses géodiques. La compacité du dépôt diminue à la partie supérieure et prend alors un aspect marneux avec mélange de fer pisolithique. Quelquefois (Tabarly) ces mêmes dépôts rubanés pénètrent de bas en haut au milieu de masses argileuses rouges à grains de fer. Les gisements de cette première catégorie ne renferment jamais d'ossements fossiles, mais l'argile rouge supérieure en contient quelquefois.

» Dans le second cas, tout paraît s'être produit au milieu de circonstances différentes; car, tandis que les gisements dont nous venons de parler semblent s'être formés avec lenteur et sans accidents, ceux-ci au contraire portent les traces d'un bouleversement violent; et toutes les parties phosphatées sont géodiques. Quand les géodes sont intactes, elles sont remplies,

---

(1) *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, t. III, année 1869.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1032.

tantôt par de l'argile pure, tantôt par de l'argile à grains de fer, tantôt par des cristaux de carbonate de chaux; mais le plus souvent on ne trouve plus que des fragments de géodes mélangés confusément à des argiles, à des débris de calcaire, les uns anguleux, les autres érodés sur toutes leurs faces; enfin, une sorte de marne à grains de fer et à cailloux roulés de quartz laiteux empâte le tout; quelquefois encore des infiltrations calcaires sont venues cimenter tous ces éléments en une masse compacte et d'une grande dureté.

» Nous ferons remarquer, en outre, que dans la première catégorie les parois des filons sont verticales et nettement découpées (Pendaré, Tabarly); dans le second, au contraire, le dépôt occupe de véritables poches à parois largement érodées et arrondies (Cos, Servanac), le calcaire est fortement corrodé et la surface des blocs se trouve transformée en « une masse pul-» vérulente comme la farine (1), » que l'eau de carrière réduit en une couche de boue compacte, de plusieurs centimètres d'épaisseur. L'on rencontre des ossements fossiles dans toutes les parties des dépôts de cette espèce; ils sont le plus ordinairement (les dents surtout) transformés en chaux phosphatée à physionomie de silex résinite. Dans certains cas, la base de ces dépôts présente les caractères de ceux de la première catégorie, mais alors la partie compacte est très-peu développée.

» Nous venons ainsi de constater deux sortes de dépôts bien distincts par leur direction, en même temps que par leur composition : l'un correspondrait à la faille de la Bonnette (nord — 25 degrés est), l'autre à la faille de Varen (est-ouest); nous regardons les premiers comme les plus anciens, les autres n'étant que secondaires et résultant d'un remaniement postérieur. Et si nous disons, avec M. Daubrée, que c'est « à des sources miné-» rales que l'on doit cette abondante précipitation de phosphates (2), » nous croyons devoir ne pas accepter que « la présence de l'acide carbo-» nique dans ces sources contribuait à en augmenter le pouvoir dissol-» vant ».

» En effet, dans les fentes dirigées nord — 25 degrés est, nous n'avons pas reconnu de traces de corrosion sur les parois calcaires; les couches de phosphates sont compactes et semblent s'être formées dans un milieu tranquille : dans ce cas, le dépôt nous paraîtrait entièrement dû à des eaux chargées de chaux phosphatées venues des profondeurs de la terre. Au con-

(1) DAUBRÉE, *loc. cit.*
(2) DAUBRÉE, *loc. cit.*

traire, dans les fentes dirigées est-ouest, le dépôt phosphaté aurait été ultérieurement repris par des eaux fortement chargées d'acide carbonique, qui auraient dissous à la fois la chaux phosphatée primitive et le calcaire environnant, en même temps qu'elles délayaient l'argile à grains de fer pisolithique; plus tard, le dégagement d'acide ayant cessé, une nouvelle précipitation se produisit, laissant quelquefois à sa base un témoin du dépôt primitif.

» Dans les débris fossiles assez nombreux que nous avons pu étudier, les deux espèces dominantes sont : 1° des *Paleotherium*, très-voisins du *Medium* de Cuvier; 2° de grands *Suilliens*, très-voisins du genre *Chæropotamus* et qui rentreront probablement dans le genre *Entelodon*. Nous avons aussi trouvé quelques débris que nous attribuons, mais avec doute, à un *Lophiodon*, toutes espèces *éocènes*. A côté, nous devons citer un *Rhinocéros* de très-petite taille, un *Cainotherium*, un *Cynodon* et une Tortue terrestre. Nous rappellerons que, dans le midi de la France, les Rhinocéros ont apparu pendant l'époque éocène. M. le docteur Ph. Thomas a parfaitement rattaché à ce terrain le Rhinocéros de Montans (Tarn).

» Un autre argument viendrait encore appuyer cette manière de voir : nous avons parlé de la présence, dans les dépôts qui nous occupent, de cailloux roulés de quartz laiteux, et justement ces cailloux accompagnent souvent l'éocène supérieur du midi de la France, comme à Issel et aux environs de Mazamet. »

M. Malinowski adresse, de Cahors, une nouvelle Note relative à l'origine organique qu'il croit devoir attribuer aux phosphates de chaux naturels exploités dans le Quercy.

L'auteur fait remarquer que cette opinion est celle qui avait été émise, dès l'année 1715, par Réaumur, dans des recherches où l'on retrouve le soin et la sagacité qui caractérisent tous les travaux de l'illustre académicien : ces recherches sont insérées dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* pour l'année 1815, sous le titre « Observations sur les mines de turquoises du Royaume, sur la matière qu'on y trouve, et sur la manière dont on lui donne la couleur ».

M. Malinowski fait remarquer la ressemblance qui existe entre les objets figurés dans les planches qui accompagnent le Mémoire de Réaumur et les échantillons qu'il adresse lui-même à l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Resal soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Relation entre la pression et le poids spécifique de la vapeur d'eau saturée. »

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Tissot adresse une Note relative aux ravages du *Phylloxera vastatrix.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *A. Parran,* intitulé « Essai d'une classification stratigraphique des terrains du Gard, par étages ». Ce Mémoire est extrait du *Bulletin de la Société d'Alais.*

M. Fondet, président du Tribunal civil de Chalons-sur-Saône, adresse à l'Académie, à propos de la question qui a été récemment soulevée devant elle, des titres de *Nicéphore Niepce* à l'invention de la Photographie, un exemplaire du Rapport fait par lui, le 10 février 1869, au conseil municipal de cette ville.

M. Fondet propose, en outre, à l'Académie, de lui adresser les copies de documents inédits qui ont été en sa possession, et qui sont de nature à établir les droits du véritable inventeur de la Photographie.

CHIMIE. — L'Académie a reçu, à l'adresse de la *Rédaction de ses Comptes rendus,* la Lettre suivante de **M. Johann-Ambrosius Barth**, à Leipsick :

« Monsieur !

» J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint une suite de trois brochures relatives à une question très-importante de l'histoire de la Chimie, qui, l'année dernière, a ému les savants du monde entier, excepté ceux du pays le plus engagé, *de la France.*

» Veuillez, s'il vous plaît, en donner une critique dans votre journal estimé (*Comptes rendus*), et m'en adresser aussitôt que possible un numéro contenant ladite critique.

» Je ne manquerai pas, à la première occasion, de vous prouver ma reconnaissance, et vous salue, Monsieur, bien sincèrement. »

Sans rechercher par qui et dans quel but cette Lettre, au moins étrange, a été inspirée, on la publie. Lavoisier, dont les brochures qu'elle nous annonce dénigrent les travaux, appartient à l'histoire, et ses œuvres suffisent à sa défense. L'Académie n'a pas à s'engager dans une polémique, ouverte avec tant d'opportunité, *l'année dernière,* comme le remarque M. Barth, c'est-à-dire pendant le siége de Paris.

M. Janssen écrit à l'Académie, de Colombo, pour l'informer qu'il va se rendre sur la côte de Malabar, où il compte s'installer pour l'époque de la prochaine éclipse, dont l'observation lui a été confiée : c'est là, de l'avis général, le point qui doit présenter les meilleures chances au mois de décembre, c'est-à-dire pendant la mousson du nord-est. Java ne présente pas une chance favorable sur dix; à Jaffna, au nord de Ceylan, les mois de novembre et décembre sont pluvieux et couverts.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété remarquable des points où les lignes de plus grande pente d'une surface ont leurs plans osculateurs verticaux, et sur la différence qui existe généralement, à la surface de la terre, entre les lignes de faîte ou de thalweg et celles le long desquelles la pente du sol est un minimum.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Soient $z = f(x, y)$ l'équation d'une surface rapportée à un système d'axes rectangulaires des x, y, z, dont le dernier est supposé vertical; p, q les deux dérivées partielles de z en x et y, et, par suite, $pdx + q\,dy = 0$ l'équation différentielle des lignes de niveau de cette surface, $pdy = qdx$ celle des projections horizontales de leurs trajectoires orthogonales ou lignes de plus grande pente. Le coefficient différentiel $\frac{dy}{dx}$ ou $\frac{q}{p}$ de ces projections varie de

$$d\frac{dy}{dx} = \left(\frac{d\frac{q}{p}}{dx} + \frac{d\frac{q}{p}}{dy}\frac{q}{p}\right)dx,$$

lorsqu'on passe du point (x, y) de l'une d'elles au point voisin

$$x + dx, \quad y + \frac{q}{p}dx$$

de la même; d'où il suit que l'équation

(1) $$\frac{d\frac{q}{p}}{dx} + \frac{q}{p}\frac{d\frac{q}{p}}{dy} = 0 \ (*)$$

(*) Si l'on appelle r, s, t, suivant l'usage, les trois dérivées partielles du second ordre de z en x, en x et y, en y, cette équation prend la forme

$$(p^2 - q^2)s = pq(r - t).$$

caractérise, sur la surface, les points tels que les lignes de plus grande pente qui y passent aient deux éléments rectilignes consécutifs situés dans un même plan vertical, de manière que la courbure de leur projection horizontale y soit nulle, ou que leurs plans osculateurs y soient verticaux. Ces points jouissent de la propriété remarquable d'être, sur chaque ligne de niveau, ceux où la pente de la surface, généralement variable le long d'une telle ligne, devient maximum ou minimum. En effet, la pente en un point quelconque, mesurée par la tangente de l'angle que la normale à la surface y fait avec l'axe des z, a son carré égal a $p^2 + q^2$, et devient généralement maximum ou minimum, le long d'une ligne de niveau, aux points où l'expression

$$d\frac{1}{2}(p^2 + q^2) = p\left(\frac{dp}{dx}dx + \frac{dp}{dy}dy\right) + q\left(\frac{dq}{dx}dx + \frac{dq}{dy}dy\right)$$

est nulle lorsqu'on y fait $pdx + qdy = 0$, c'est-à-dire dx et dy proportionnels à $-q$ et à p. Or cette expression, ainsi égalée à zéro, donne identiquement la relation (1), en y remplaçant l'une par l'autre les deux dérivées respectives de p et q en y et x.

» La même chose se voit sans calcul, si l'on observe que la pente de la surface varie, le long d'une ligne de niveau, en raison inverse de la distance qui sépare la projection horizontale de cette ligne de la projection pareille de la ligne de niveau voisine. Aux points où la dérivée de la pente est nulle, cette distance est sensiblement constante, les projections considérées sont parallèles, et les deux éléments consécutifs, respectivement normaux à ces projections, des lignes de plus grande pente menées par ces points sont bien situés dans un même plan vertical.

» La relation (1) est donc l'équation sous forme finie, en x et y, d'une courbe comprenant tous les points de la surface où la pente est maximum ou minimum par rapport à ce qu'elle est aux points voisins des mêmes lignes de niveau : on peut appeler *ligne des pentes maxima* l'ensemble de ses branches sur lesquelles la pente est maximum, et *ligne des pentes minima* l'ensemble de ses branches sur lesquelles elle est minimum.

» On sait que la surface de la terre est formée de parties en relief généralement très-longues par rapport à leur largeur et à leur hauteur, et dont chacune, comprise entre deux dépressions successives de la surface, se divise en deux versants ou lieux géométriques des lignes de plus grande pente de cette partie qui aboutissent à une même dépression : on appelle *ligne de faîte* la ligne de plus grande pente qui sépare ces deux versants,

et *thalweg* celle qui sépare les deux versants aboutissant à une même dépression. Les lignes de plus grande pente d'un versant, parties tangentiellement ou plutôt asymptotiquement de la ligne de faîte, s'en éloignent en tournant leur convexité vers le bas de cette ligne, descendent le long du versant, et puis s'infléchissent de manière à tourner alors leur convexité vers le haut de la ligne de thalweg, à laquelle elles viennent enfin se raccorder asymptotiquement. Elles ont donc un point, situé à des distances sensibles de leurs asymptotes, où la courbure de leurs projections horizontales change de sens, et où, par suite, leur plan osculateur est vertical : en ces points, la pente de la surface est maximum, parce que les deux lignes de faîte et de thalweg ne s'abaissant en général de quantités notables que sur des longueurs considérables, la pente est relativement très-petite sur ces deux lignes et doit devenir maximum dans l'intervalle. Ainsi, *la ligne des pentes maxima se compose, en général, pour chaque versant du sol, d'une seule branche qui court entre les deux lignes de faîte et de thalweg, en s'en tenant à d'assez grandes distances, et qui se projette horizontalement sur des points d'inflexion des projections horizontales des lignes de plus grande pente.* Mais ces dernières ont encore, en projection horizontale, un autre point d'inflexion situé tout près de leurs asymptotes, lorsqu'elles viennent se raccorder au côté convexe de ces asymptotes, dont la courbure est généralement bien plus petite que la leur : en ces points, la pente est minimum; d'où il résulte que *la ligne des pentes minima du sol se compose de branches dont une, et une seule, est en général située tout près de chaque ligne de faîte ou de thalweg, et du côté où celle-ci tourne sa convexité.*

» Les diverses branches de la ligne des pentes minima d'une surface ne sont donc pas identiques, comme on l'a cru longtemps, avec les lignes de faîte ou de thalweg; il faudrait, pour qu'elles le fussent, que les plans osculateurs de celles-ci se trouvassent partout verticaux, c'est-à-dire que chaque ligne de faîte ou de thalweg fût contenue tout entière dans un plan vertical (*), ce qui n'a généralement pas lieu.

» A la fin d'un article principalement consacré aux surfaces à pente

(*) On me fait remarquer à l'instant un article intéressant de M. Breton (de Champ) (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 982, séance du 2 mai 1870), où ce résultat se trouve déjà démontré; mais la méthode un peu compliquée de M. Breton ne lui a pas permis de voir que les points où la déclivité est maxima ou minima sont ceux où les lignes de plus grande pente ont leur plan osculateur vertical, ni par suite de voir que les lignes des pentes maxima ou minima sont généralement, en projection horizontale, les lieux des points d'inflexion des lignes de plus grande pente.

constante et inséré au *Bulletin de la Société philomathique* du 6 mars 1852, M. de Saint-Venant avait déjà donné, sous la forme $(p^2 - q^2)s = pq(r - t)$, l'équation de la courbe le long de laquelle la pente de la surface est plus grande ou plus petite qu'aux points voisins des mêmes lignes de niveau. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau propulseur.* Note de **M. de Tastes**, présentée par M. Serret.

« Chargé, en qualité de Membre de la Commission scientifique attachée à la délégation de Tours, d'examiner une foule de projets, venus de tous les points de la France et de l'étranger, ayant pour objet la propulsion des aérostats, et reposant invariablement sur l'emploi de l'hélice et d'un système particulier de roues à palettes, je fus conduit à me demander si la solution du problème (la question du moteur étant réservée) ne reposait pas sur l'emploi de lames vibrantes élastiques. Je connaissais les résultats remarquables obtenus par M. Marey, et sa théorie du vol de l'insecte. J'entrepris alors une série d'essais sur le même sujet. Je construisis, avec des lames minces de mica, de carton, de cuivre, etc., des espèces d'ailes de formes variées, mais principalement sur le modèle de la queue d'un poisson; je les fixai par une de leurs extrémités à une tige de fer, liée elle-même à une pièce de fer doux placée entre les pôles de deux petits électro-aimants. J'avais ainsi une véritable trembleuse à double effet, au moyen d'un système de commutation que j'ai imaginé, et je communiquais à mes ailes un mouvement oscillatoire assez rapide pour produire un son. Je fus frappé de la nature du mouvement imprimé à l'air ambiant, par la vibration rapide de ces lames élastiques. L'air, de chaque côté de la lame, éprouve une violente aspiration dans une direction normale à la lame, ce qu'il est facile de constater par la direction que prend la flamme d'une bougie placée latéralement à une petite distance. L'air attiré vers la lame se précipite avec violence dans la direction de sa partie libre : c'est ce qu'on peut constater, d'ailleurs, facilement au moyen d'un éventail. Laissant de côté pour le moment l'explication théorique de ce mouvement, je me borne à le constater et à en tirer la conséquence à laquelle conduit le principe de l'égalité de l'action et de la réaction. Si l'aile en vibration est portée par un corps libre dans l'air, et d'une forme telle qu'il éprouve de la part de l'air une faible résistance, la réaction du mouvement imprimé à l'air par la lame vibrante portera le corps en sens contraire. La lame vibrante est donc un propulseur.

» Comme la question, encore non résolue, du moteur à employer pour les propulseurs aériens laisse, pour le moment, cette idée sans application immédiate à la direction des ballons, je songeai à étudier l'action des lames élastiques vibrantes sur un liquide. Une légère modification de mon appareil me permit de faire plonger ma lame dans l'eau, et, des poussières légères introduites dans le liquide rendant très-visibles à l'œil les mouvements de l'eau dans le voisinage de la lame, je constatai la production de courants semblables à ceux que j'avais observés dans l'air.

» L'imperfection de mon outillage (j'opérais en pleine occupation prussienne), l'irrégularité de mon appareil électrique, me firent bientôt abandonner l'électricité comme moteur. J'eus recours à une petite machine à vapeur, marchant à l'aide d'une lampe à alcool, un vrai joujou que possède le cabinet de physique du lycée de Tours. Je construisis un bateau d'un mètre de long, ayant le *gabarit* d'une yole norvégienne. J'y installai ma machine, qui était loin de présenter le dispositif le plus commode pour mon expérience, et, au moyen d'un système de transformation de mouvement des plus élémentaires, je communiquai un mouvement rapide de va-et-vient à une lame élastique placée à l'arrière du bateau, et disposée à plat comme la queue des cétacés. Malgré l'extrême imperfection de cette installation (je construisais des bielles avec des tiges de fer empruntées à de vieilles ombrelles), j'eus la satisfaction de voir mon petit navire se mouvoir avec une vitesse satisfaisante sur une petite rivière artificielle.

» Pendant que je faisais mes premières expériences, dont quelques-uns de mes collègues de la Commission scientifique, entre autres M. Haton de la Goupillière, ont eu connaissance, un Sicilien nommé M. Ciotti, domicilié depuis longtemps à Paris, et réfugié à Tours au moment de l'investissement, me fut présenté, et me dit que, depuis longtemps déjà, il avait eu la même idée que moi, et qu'il avait construit et fait manœuvrer sur le lac du bois de Boulogne un petit vapeur dont le propulseur était une véritable queue de poisson. Je lui communiquai le résultat de mes recherches, et nous convînmes d'associer nos efforts, pour faire des expériences plus en grand. Comme un des avantages de notre propulseur, quand on le dispose à la façon de la queue des cétacés, est d'exiger un faible tirant d'eau, nous nous décidâmes à installer nos appareils à bord d'une toue à fond plat, dont le tirant d'eau ne devait pas dépasser 40 centimètres. Les difficultés qu'on trouve toujours pour faire exécuter le moindre travail mécanique qui sort de la pratique vulgaire, la difficulté des transports par voie ferrée, qui a retardé l'envoi d'une chaudière Field commandée à Saint-Cha-

mond, ont ralenti nos préparatifs, qui n'étaient pas encore entièrement terminés, lorsque notre bateau, placé dans la gare du canal de jonction du Cher à la Loire, a été pris dans les glaces. Nos essais sont donc ajournés au retour de la belle saison.

» J'ai l'honneur d'adresser cette Note à l'Académie, pour nous assurer la priorité de notre invention. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude des vibrations communiquées au mercure et aux liquides en général; par* **M. A. Barthélemy.**

« Les frères Weber, dans leur ouvrage *Sur les ondulations des liquides*, ont publié de belles observations sur les ondes qui se forment et se propagent dans une nappe rectangulaire d'eau ou de mercure, parallèlement aux côtés du rectangle.

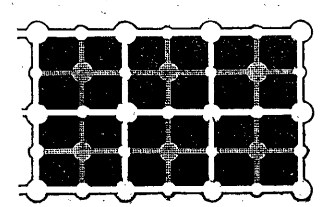
» M. Faye, en 1864, a rapporté à l'Académie des observations plus précises sur ce phénomène. L'éminent observateur termine sa Communication en constatant la supériorité de la méthode optique, qui doit mieux faire ressortir que les mouvements du sable les lignes nodales. Les expériences que je vais rapporter me semblent justifier ces prévisions.

» Si, au lieu de produire un simple ébranlement, on fait vibrer par contact, avec un diapason suffisamment lourd, ut_2 par exemple, un vase de verre rectangulaire plein de mercure ou seulement la table qui le supporte, on voit, même à l'œil nu, la surface du mercure se rider dans les deux sens et présenter en même temps des parties plus ternes parallèles aux diagonales.

» On peut, avec une lunette, observer de plus près les lignes nodales et prendre leur largeur; toutefois, la projection du phénomène est plus nette et constitue une des plus brillantes expériences d'optique appliquée à l'étude du mouvement vibratoire.

» *Projection du phénomène.* — On renvoie sur la surface du mercure, et aussi normalement que possible, à l'aide d'un miroir, un large faisceau de lumière solaire ou électrique, et l'on interpose sur le trajet du faisceau réfléchi une lentille qui donne sur le plafond, ou sur un mur, une image brillante du bain de mercure; on excite ensuite le diapason ut_2, et on le place soit sur la table, soit sur la cuve. On voit alors se produire une magnifique image, où l'on reconnaît les deux systèmes de nodales perpendiculaires aux deux faces du rectangle. Les lignes nodales seront alternativement renforcées et leurs sommets très-brillants formeront des rectangles

dont les centres seront les sommets d'un autre système de carrés moins brillants, formés par les lignes nodales obtenues plus faibles; c'est ce que montre la figure ci-contre, qui ne peut donner qu'une faible idée du phénomène.



» Lorsque les vibrations sont assez faibles pour ne pas produire de trépidations, l'image est assez fixe pour pouvoir être photographiée.

» Peu à peu, les vibrations devenant plus lentes, l'un des deux systèmes s'éteint, et l'autre système persiste, ne présentant que des renflements aux sommets des carrés. Elles se montrent encore longtemps après que toute vibration est devenue insensible dans le diapason; toutefois, en soulevant celui-ci, elles s'éteignent aussitôt.

» On peut compter le nombre de ces raies, et en divisant la longueur du côté par ce nombre, on a la largeur des bandes de vibrations. J'ai trouvé pour ut_2 la valeur de $1^{mm},3$. Avec ut_1, la largeur devient double; avec ut_3, la moitié. D'où « le nombre des lignes nodales est en raison directe du » nombre de vibrations du diapason. »

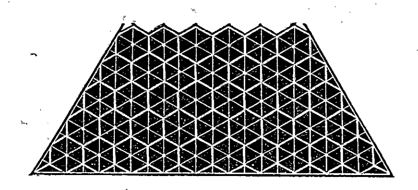
» Si, en même temps que le diapason vibre, on imprime une secousse, on voit se former les ondes de M. Faye, qui n'ont aucune influence sur les vibrations fixes. Si l'on fait vibrer en même temps ut_1 et ut_2, on voit se former les deux systèmes d'images, qui se superposent de deux en deux lignes nodales, comme on devait s'y attendre, d'après l'indépendance des mouvements simultanés. Il en est de même lorsque le diapason rend des harmoniques; mais il faut que les vibrations aient une énergie à peu près égale, sans quoi les plus faibles sont masquées par les plus fortes.

» L'image des poussières qui sont à la surface du mercure ne paraît pas influencée par le mouvement vibratoire; on les voit même, par des effets calorifiques, se transporter à la surface de l'image fixe.

» *Vibrations dans des vases de diverses formes.* — En faisant varier la forme du vase on obtiendra des phénomènes très-différents : *dans un vase triangulaire,* composé de lames de verre implantées dans un morceau de bois, on obtient de beaux hexagones, dont les côtés sont parallèles, deux à deux, aux hauteurs du triangle, et ont pour longueur le double de la largeur de vibration.

» Les sommets de ces hexagones sont très-brillants, et leurs centres disposés naturellement sur des parallèles aux côtés servent de sommets à un

second système d'hexagones formés par les parties des lignes nodales qui sont plus faibles. La figure ci-dessous donne une idée de ce phénomène :

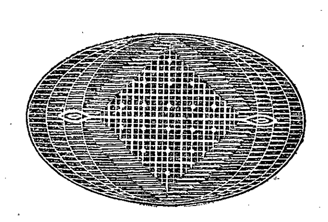


» En prenant des vases de diverses formes on obtiendra des effets variés, dans lesquels on verra toujours une combinaison des lignes nodales perpendiculaires aux côtés et se renforçant suivant une loi déterminée.

» Dans un vase circulaire, on a deux systèmes de nodales, les unes suivant des rayons, les autres concentriques. Ces dernières sont des ondes réfléchies, car tous les mouvements vibratoires se rencontrant au centre, celui-ci devient l'origine de mouvements circulaires. On a ainsi des trapèzes à bases courbes. Si le mouvement est assez fort, on voit se former une croix sans vibration, surtout si l'on touche le vase, et le mouvement s'éteint par deux secteurs opposés. Une croix brillante part du centre dans les quatre parties vibrantes. On peut obtenir le même phénomène en attaquant le verre à l'archet et mettant une légère nappe d'eau sur le mercure. Les poussières qui se déposent sur la surface du mercure se rassemblent sous l'influence de la vibration en cercles parallèles dans quatre secteurs; les sommets sont occupés par quatre petits tas de poussières.

» Si le vase n'est pas exactement sphérique, l'image lumineuse présente deux centres voisins et deux systèmes de nodales circulaires qui se coupent.

» On obtient des résultats fort intéressants avec des *cuves elliptiques*. La cuve dont je me sers est en bois de noyer et est creusée en *ellipsoïde*. Lorsqu'on la fait vibrer, on voit les deux foyers occupés par une nodale allongée, d'où partent quatre branches curvilignes qui forment un losange dont les sommets sont sur le petit axe. Ces branches sont formées par une sinuosité que forment les nodales parallèles au grand axe. L'intérieur de ce losange est occupé par des carrés formés par deux systèmes de nodales parallèles aux deux axes. A l'extérieur des foyers, sont des courbes de réflexion formant des ellipses. Cela ressemble peu, en somme, aux figures obtenues en faisant tomber du mercure à l'un des foyers; mais il faut remarquer qu'ici le mode de production est très-différent.



» Pour la théorie de ces phénomènes, il faut d'abord remarquer que la production est en réalité la même que celle des ondes des frères Weber et de M. Faye, puisque les vibrations du diapason produisent dans le vase des

secousses verticales successives, produisant des ondes fixes proportionnelles par leur nombre aux vibrations du diapason. Les vibrations du mercure ont lieu perpendiculairement aux lignes nodales, et le mercure se soulève le long d'une ligne nodale et se creuse au milieu. Ces deux systèmes de nodales perpendiculaires donnent lieu à des compositions de mouvements rectangulaires semblables à celles que M. Terquem a, d'après Seebeck, admises pour les vibrations des corps solides dans le sens longitudinal. On concevra facilement le renforcement de certaines lignes nodales, l'affaiblissement des autres. Enfin, le cas des vases elliptiques mérite une étude particulière par les effets qu'ils produisent.

» Les liquides autres que le mercure produisent des effets semblables, mais naturellement moins brillants. J'ai constaté que la largeur des lignes est sensiblement la même que pour le mercure. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur le rôle de l'espace dans les phénomènes de dissolution; par* **M. C.-Alph. Valson.**

« Lorsqu'un sel se dissout dans l'eau, il y a généralement un phénomène de contraction, de sorte que le volume total est moindre que la somme des volumes séparés du sel et de l'eau. Ce fait paraît lié à d'autres phénomènes, et en particulier aux phénomènes thermiques. Ainsi, par exemple, dans un Mémoire publié en commun avec M. P.-A Favre (*Comptes rendus*, 13 novembre 1871), nous avons remarqué que, pour les sulfates du moins, la chaleur dégagée par le fait de la dissolution du sel anhydre dans l'eau croissait régulièrement avec la contraction. Si cette remarque se généralisait, on serait donc conduit, ainsi que nous l'avons dit dans le Mémoire précité, à introduire dans l'étude des phénomènes moléculaires la considération de l'*espace*, comme élément essentiel. On pourra en juger par les résultats suivants, auxquels donne lieu l'étude des solutions salines, faite à ce point de vue.

» Soit un poids d'eau constant et égal à 1 kilogramme, dans lequel on fait dissoudre un poids x d'une substance saline, évalué en grammes; soit v l'accroissement de volume produit par ce poids x de la substance ajoutée, évalué en centimètres cubes; soit enfin $1+y$ la densité de la solution. On a la relation $1+y=\frac{1+x}{1+v}$; d'où $v=\frac{x-y}{1+y}$.

» Le poids x s'obtient au moyen d'une pesée; la densité se détermine par les méthodes ordinaires, et la formule précédente donne les valeurs correspondantes de v. Enfin, si l'on suppose connue la densité du sel solide,

on en déduira le volume V occupé par un poids x de ce sel, et la différence $V - v$ donnera la contraction effectuée. On en déduit ensuite le coefficient de contraction $\frac{V - v}{V}$, rapporté à l'unité de volume du sel solide.

» La mesure des densités des solutions a été faite par la méthode du flacon, avec trois décimales. Les nombres obtenus permettent de calculer les valeurs de v avec une précision suffisante, lorsque les solutions renferment une proportion de sel supérieure à 50 grammes par litre d'eau; mais ils ne sont plus suffisants, en général, lorsque le titre de la solution est inférieur, parce que, dans ce cas, les valeurs de x et de y sont très-peu différentes, et, pour calculer v avec précision, il faudrait connaître x avec 4 et même 5 décimales, ce qui présente des difficultés, qu'on peut du reste éviter. En effet, on peut déterminer les valeurs de v directement, par une seconde méthode également très-simple. On prend un petit ballon, de capacité déterminée, surmonté d'un tube calibré et muni d'une échelle divisée. On remplit d'eau le réservoir jusqu'au zéro de l'échelle, puis on introduit, avec des précautions convenables, le sel préalablement pesé et réduit en poudre, ou en très-petits fragments. On laisse la dissolution se faire, et l'on maintient le ballon dans un vase rempli d'eau à une température fixe, pour que les solutions reviennent toujours à cette même température. On lit ensuite la division à laquelle le liquide monte; il est facile d'en déduire l'accroissement v de volume.

TABLEAU I.

	V	v_1	v	$\frac{V - v}{V}$.
	cc	cc	cc	
Chlorure de potassium......	38,3	28,2	26,8	0,30
» sodium........	26,1	17,8	16,8	0,36
» ammonium....	36,9	37,9	38,1	−0,03
» calcium.......	24,8	14,0	12,5	0,49
» strontium......	26,8	8,9	6,0	0,77
» baryum.......	27,8	15,2	12,5	0,55
» fer...........	24,7	10,0	8,3	0,76
Iodure de potassium......	54,3	51,4	51,0	0,06
» sodium........	43,5	41,6	41,0	0,06
» baryum.......	40,0	38,2	38,0	0,05
Sulfate de potassium......	33,1	20,7	18,5	0,44
» sodium........	27,0	10,4	8,2	0,69
» magnésium.....	23,0	3,8	2,0	0,91
» fer...........	26,7	3,7	2,0	0,92
» zinc..........	23,7	4,3	2,2	0,90
» cuivre........	22,6	3,7	2,2	0,90

	V	v_1	v	$\frac{V-v}{V}$.
	cc	cc	cc	
Azotate de potassium......	52,2	38,7	37,0	0,29
» sodium........	37,6	28,4	27,5	0,27
» calcium........	36,6	14,6	13,5	0,36
» strontium......	37,4	19,3	17,0	0,54
» baryum.......	49,9	25,3	23,0	0,43
» plomb........	36,2	29,1	26,0	0,28
Carbonate de potassium......	30,4	9,4	6,5	0,78
» sodium........	21,1	−0,9	−5,0	1,23

Tableau II.

	Formules.	V	v_1	v	$\frac{V-v}{V}$.
		cc	cc	cc	
Sulfate de sodium....	$SO^4Na, 10HO$	105,9	100,5	95,0	0,10
» magnésium.	$SO^4Mg, 7HO$	70,2	65,5	63,5	0,09
» fer........	$SO^4Fe, 7HO$	73,0	66,5	64,5	0,11
» zinc......	$SO^4Zn, 7HO$	70,2	67,2	65,0	0,07
» cuivre....	$SO^4Cu, 5HO$	55,1	49,4	47,0	0,14
Carbonate de sodium.	$CO^3Na, 10HO$	100,7	89,6	87,0	0,13
Chlorure de baryum .	$ClBa, 2HO$	46,3	34,0	32,0	0,31
Azotate de calcium...	$AzO^6Ca, 4HO$	66,3	60,7	59,0	0,11
» strontium.	$AzO^6St, 5HO$	71,4	64,8	63,0	0,11

» Le tableau I renferme les résultats relatifs à des sels anhydres, et le tableau II les résultats relatifs à des sels hydratés. Les volumes sont exprimés en centimètres cubes, et sont rapportés aux équivalents évalués en grammes. V représente le volume de l'équivalent du sel solide avant la dissolution; v_1 l'accroissement de volume produit par sa dissolution dans une quantité d'eau fixe et égale à 1 litre; v l'accroissement produit par le fait de sa dissolution dans une quantité illimitée d'eau pure. Les valeurs de v et de v_1 ont pu être calculées sans difficulté, et avec une certaine précision, par les deux méthodes indiquées plus haut; les valeurs de V offrent peut-être quelque incertitude, parce qu'elles dépendent de la densité des sels anhydres, et la détermination de ces densités, dans les différents auteurs, offre parfois des discordances assez notables. J'ai adopté, comme paraissant présenter le plus de confiance, les nombres donnés par M. Filhol (voir *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, 3e série, p. 147). J'ai du reste rectifié moi-même quelques-uns de ces nombres, par des expériences directes.

» Les résultats résumés dans les tableaux ci-dessus et l'ensembledes expériences accessoires permettent d'énoncer les conséquences suivantes :

» 1° Toutes les fois qu'on fait dissoudre un sel anhydre dans l'eau, il y a contraction de volume, c'est-à-dire que le volume total est moindre que la somme des deux volumes partiels. Le chlorure d'ammonium est, parmi les sels essayés, le seul pour lequel il paraisse exister une très-légère dilatation.

» 2° Les premières proportions de sel anhydre correspondent au maximum de contraction. Celle-ci va ensuite en diminuant assez rapidement, à mesure que le titre de la liqueur augmente, et elle tend à devenir insensible, pour les sels très-solubles, lorsque leurs solutions approchent du maximum de concentration.

» 3° Considérées au point de vue de l'énergie de la contraction, les substances observées se rangent dans l'ordre suivant, par rapport au radical métalloïdique : carbonates, sulfates, chlorures, azotates, iodures; et par rapport au radical métallique : fer, zinc, cuivre, magnésium, strontium, baryum, calcium, sodium, plomb, potassium, ammonium.

» 4° D'après le Tableau II, les sels hydratés donnent un coefficient de contraction beaucoup plus faible que les sels anhydres correspondants, et, en général, la contraction est d'autant plus faible que le nombre d'équivalents d'eau de cristallisation est plus considérable. Il semble donc que la partie principale du phénomène de contraction soit déjà réalisée, dans la formation même du cristal, avec les premiers équivalents d'eau que le sel anhydre prend pour cristalliser.

» 5° Les sels qui cristallisent à l'état anhydre sont en même temps ceux dont le coefficient de contraction est le moindre. Exemple : d'une part, les sels des genres iodure et azotate; et d'autre part, les sels de potassium et d'ammonium. Au contraire, plus le coefficient de contraction du sel anhydre est élevé, plus le nombre d'équivalents d'eau de cristallisation est lui-même considérable. Exemple : carbonate et sulfate de soude; sulfates de fer, de zinc, de cuivre et de magnésium. La propriété de cristalliser, en retenant un nombre plus ou moins considérable d'équivalents d'eau, paraît donc liée avec une plus forte contraction, quand le sel est anhydre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle.* Note de MM. C. **Friedel** et **R.-D. Silva**, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons continué nos recherches sur les corps de la série en C^3 en étudiant l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle. Ce dernier a été préparé en transformant l'iodure d'isopropyle en chlorure. On chauffe

le premier avec un excès de bichlorure de mercure en vase clos, pendant plusieurs heures, au bain-marie; on obtient ainsi un chlorure très-pur bouillant à 36 degrés. L'iodure d'isopropyle lui-même avait été préparé soit au moyen de la glycérine, soit avec l'alcool isopropylique formé par l'action de l'amalgame de sodium sur l'acétone. Les deux ont donné les mêmes résultats.

» Le chlorure d'isopropyle a été soumis à l'action du chlore au soleil, dans un matras refroidi à la glace et suivi de deux vases destinés à condenser les portions de chlorure entraînées par l'acide chlorhydrique, en condensant cet acide lui-même dans l'eau refroidie. La chloruration a été faite comme il a été indiqué dans notre première Note, en arrêtant l'opération, et fractionnant le produit, pour ne continuer l'action du chlore que sur les parties passant avant 60 degrés. Ayant préparé ainsi une notable portion de produits bouillant au-dessus de 60 degrés, nous les avons soumis à des fractionnements méthodiques. Après une dizaine de distillations fractionnées, nous avons isolé deux produits principaux bouillant, l'un vers 70 degrés et l'autre vers 96 degrés; le produit intermédiaire entre ces deux était beaucoup moins abondant, et grâce aux précautions prises pour éviter une chloruration plus avancée, il n'y avait aussi qu'une faible proportion de produit supérieur.

» L'analyse nous a montré que les deux liquides bouillant vers 70 et 96 degrés ont la même composition répondant à la formule $C^3H^6Cl^2$. Leurs points d'ébullition et toutes leurs autres propriétés les identifient d'ailleurs, le premier avec le *méthylchloracetol*, le deuxième avec le *chlorure de propylène*.

» Nous avons pris leurs densités comparativement avec celles des produits purs préparés pour cela. Nous avons trouvé :

	Méthyl-chloracétol.	Produit bouillant vers 70 degrés.	Différence.
Densités à zéro.........	1,1058	1,1125	+0,0067
Densités à 25 degrés....	1,0744	1,0818	+0,0074
	Chlorure de propylène.	Produit bouillant vers 96 degrés.	Différence.
Densités à zéro.........	1,184	1,182	−0,002
Densités à 25 degrés....	1,155	1,153	−0,002

» Ces caractères étaient suffisants pour lever tout doute. Néanmoins, nous avons cherché une réaction permettant de distinguer nettement les deux produits. Nous l'avons trouvée dans l'action du benzoate d'argent. Ce

sel chauffé avec le méthylchloracétol, en présence de l'éther, pendant quelques jours, à 100 degrés, fournit, ainsi que nous nous en sommes assurés, le benzoate $CH^3CO(C^7H^5O^2)^2CH^3$, que M. Oppenheim a obtenu par l'action de l'iodhydrate de propylène chloré sur le même sel (1). Cet éther benzoïque est facilement reconnaissable et cristallise en beaux octaèdres du type clinorhombique, qui ont été mesurés par l'un de nous.

» Nous avons chauffé simultanément pendant plusieurs jours à 100 degrés, avec le benzoate d'argent, 5 grammes de chacun des deux liquides provenant de la chloruration du chlorure d'isopropyle. Après avoir lavé les liquides éthérés avec une solution étendue de potasse, pour enlever une certaine quantité d'acide benzoïque mis en liberté, nous avons évaporé l'éther. L'un des tubes nous a fourni une abondante cristallisation de benzoate en beaux cristaux clinorhombiques. L'autre n'a laissé qu'une trace de résidu formé d'acide benzoïque, et la plus grande partie du chlorure s'est retrouvée dans le liquide éthéré.

» S'il s'était formé du benzoate de propylène en quantité appréciable, ce produit se serait trouvé sous la forme d'un liquide visqueux bouillant à une température très-élevée, et non pas, comme l'avait dit M. Meyer (2), en beaux cristaux isomorphes avec le benzoate d'éthylène de M. Wurtz. C'est ce que nous avons constaté par plusieurs expériences que nous avions entreprises en vue de vérifier si, comme l'a indiqué M. Linnemann (1), l'action du brome sur le bromure d'isopropyle fournit bien le bromure de propylène, et non pas son isomère, que l'on peut dériver de l'acétone par l'action du perbromure de phosphore. Nous avons reconnu que le bromure formé bout vers 143 degrés, et qu'il fournit, en réagissant sur le benzoate d'argent, un liquide visqueux bouillant vers 240 degrés, sous une pression de 12 à 14 millimètres de mercure, et ayant la composition du dibenzoate de propylène $C^3H^6(C^7H^5O^2)^2$. Ce liquide ne cristallise point quand on y introduit de petits cristaux, soit de benzoate acétonique, soit de benzoate de propylène (?Meyer). Il n'y avait donc pas là un effet de sursaturation, ou plutôt de surfusion, mais bien un liquide incristallisable, et que la température d'un mélange de glace et de sel ne suffit pas pour solidifier.

» Ayant répété l'expérience avec une grande quantité de bromure de propylène, préparé avec le propylène pur de l'iodure d'allyle, nous avons trouvé des résultats entièrement pareils. Il est probable que le bromure de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 357.

(2) *Ibid.*, t. LIX, p. 444.

propylène de M. Meyer, préparé par la décomposition de l'alcool amylique, renfermait une petite proportion de bromure d'éthylène; c'est ce dernier qui aura fourni des cristaux de benzoate d'éthylène que l'un de nous avait déterminés. On ne peut d'ailleurs pas s'étonner que deux corps de constitution en réalité aussi différente que le benzoate d'éthylène et le benzoate de propylène ne soient pas isomorphes :

$$\underbrace{\begin{array}{l} CH^2(C^7H^5O^2) \\ | \\ CH^2(C^7H^5O^2) \end{array}}_{\text{Benzoate d'éthylène.}} \qquad \underbrace{\begin{array}{l} CH^2(C^7H^5O^2) \\ | \\ CH(C^7H^5O^2) \\ | \\ OH^3 \end{array}}_{\text{Benzoate de propylène.}}$$

» Il résulte de ces faits que l'action ménagée du chlore au soleil sur le chlorure d'isopropyle fournit en même temps deux corps isomériques, le chlorure de propylène et le méthylchloracétol. Ce dernier est en quantité dominante, quoique assez variable, suivant les conditions de l'expérience. Le chlorure de propylène a varié depuis les deux tiers du méthylchloracétol jusqu'au cinquième.

» Ayant reconnu que la présence d'une trace d'iode paraissait favoriser la production du chlorure de propylène aux dépens du méthylchloracétol, nous avons étudié l'action du protochlorure d'iode pur et sec sur le chlorure d'isopropyle. La réaction ne peut se faire qu'en tube scellé, vers 120 degrés, et en n'employant à chaque fois qu'une petite quantité de matière. Dans ces conditions, le chlorure d'iode réagit suivant l'équation

$$C^3H^7Cl + 2ClI = C^3H^6Cl^2 + HCl + I^2.$$

» Il ne se produit qu'une petite quantité de produits iodés et de composés chlorés supérieurs. Dans les produits inférieurs, on n'a trouvé que du chlorure d'isopropyle inattaqué et du chlorure de propylène sans mélange de méthylchloracétol. On voit donc que, dans ce cas, comme dans quelques autres déjà connus (1), le chlorure d'iode, tout en se comportant comme un agent chlorurant, agit d'une façon différente du chlore; c'est ce qui se conçoit si l'on admet que la première action de ce réactif consiste à former un produit iodé, avec dégagement d'acide chlorhydrique, et que le produit iodé est ensuite tansformé en corps chloré, avec élimination d'iode, par le chlorure d'iode restreint. Le chlorure d'iode transforme en

(1) *Voir* le Mémoire de M. Jungfleisch *sur les dérivés substitués de la benzine* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XV, p. 204).

effet facilement en chlorures, avec dépôt d'iode, un grand nombre d'iodures (1).

» Nous avons donc trouvé un moyen de produire seul l'un des deux isomères que fournit le chlorure d'isopropyle; quant à l'autre, nous n'avons pas encore réussi à l'obtenir seul.

» Il nous semble que la production simultanée de ces deux isomères présente quelque intérêt. On a signalé un grand nombre de faits pareils dans la série aromatique; mais dans la série grasse, on ne connaît que celui observé par M. Kraemer (2). Ce chimiste a trouvé, dans les produits accessoires de la fabrication du chloral, à la fois le chlorure d'éthyle chloré, identique au chlorure d'éthylidène, et le chlorure d'éthylène, et il admet que ce dernier s'est formé par l'action du chlore sur le chlorure d'éthyle. Il est en effet très-probable, surtout en rapprochant ces faits de ceux que nous venons d'exposer, qu'il en est bien ainsi, quoique dans une réaction si complexe il fût possible d'imaginer d'autres interprétations. Dans le cas qui nous occupe, il n'y a pas de doute possible, et la même réaction simple a fourni deux produits différents. C'est un argument à l'appui de l'opinion des chimistes nombreux qui admettent que les isoméries doivent être attribuées à des différences dans les relations de saturation des atomes, et non pas essentiellement à des différences dans le mode de réaction. Les divers modes de réaction n'interviendraient pour donner des composés isomériques qu'en attaquant de préférence tel atome ou tel autre ayant avec les atomes restants des relations différentes de saturation.

» Dans une prochaine Communication, nous aurons l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats obtenus dans l'étude de divers dérivés chlorés supérieurs de la même série. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés du chlorure de tollylène*. Note de **M. E. Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

« Le dérivé bichloré du méthyltoluène obtenu par l'action du chlore sur le méthyltoluène, C^8H^{10}, à 140 degrés, fournissant un glycol et ses éthers, se comporte comme le chlorure d'un radical diatomique, comme le chlorure d'éthylène, par exemple; de là le nom de chlorure de tollylène qui lui a été donné, quoique le tollylène, C^8H^8, radical du glycol aromatique, $C^8H^8(OH)^2$, n'ait pas encore été isolé.

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XV, p. 6.
(2) *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. III, p. 257.

» J'ai essayé d'obtenir le dérivé monochloré de cet hydrocarbure en soumettant le chlorure de tollylène à l'action de la potasse alcoolique, supposant que la décomposition serait analogue à celle du chlorure d'éthylène et aurait lieu dans le même sens :

$$\underbrace{C^2H^4Cl^2}_{\text{Chlorure d'éthylène.}} + \underbrace{KHO}_{\text{Potasse.}} = \underbrace{C^2H^3Cl}_{\text{Éthylène chloré.}} + \underbrace{KCl}_{\text{Chlorure de potassium.}} + \underbrace{H^2O}_{\text{Eau.}},$$

$$\underbrace{C^8H^8Cl^2}_{\text{Chlorure de tollylène.}} + KHO = \underbrace{C^8H^7Cl}_{\text{Éthylène chloré.}} + KCl + H^2O.$$

Mais l'expérience montre que la réaction a lieu dans un autre sens, et que le chlorure de tollylène se comporte autrement que le chlorure d'éthylène sous l'influence de la potasse alcoolique.

» Lorsque, à une solution très-concentrée de potasse dans l'alcool, on ajoute une solution alcoolique de chlorure de tollylène, et qu'on chauffe le mélange pendant une heure, au bain-marie, dans une fiole en communication avec un réfrigérant ascendant, il se forme du chlorure de potassium ; on évapore le tout au bain-marie pour chasser l'alcool, on ajoute de l'eau au résidu, et l'on agite avec de l'éther qui, décanté, séché et évaporé, abandonne un liquide huileux qu'on purifie par distillation, en recueillant ce qui passe entre 250 et 252 degrés.

» Ce point d'ébullition, plus élevé que celui du chlorure de tollylène (245 degrés), indique que ce corps ne peut être le tollylène chloré : en effet, il ne renferme pas de chlore, et il donne à l'analyse des nombres qui conduisent à la formule, $C^{10}H^{14}O^2$, de la monoéthyline du glycol tollylénique (1).

» La réaction a lieu suivant l'équation :

$$C^8H^8Cl^2 + KOH + C^2H^5OK = C^8H^8\left\{\begin{matrix}OC^2H^5\\OH\end{matrix}\right. + 2KCl.$$

La monoéthyline du glycol tollylénique est un liquide limpide, d'une odeur agréable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, bouillant à 250-252 degrés. Chauffée à 150 degrés avec du chlorure de benzoyle, elle donne un produit qui, purifié par des lavages à l'eau et au carbonate de soude, se présente sous la forme d'une huile blonde, épaisse, d'odeur for-

(1) Analyse :

	Calculé.	Trouvé.
C.........	72,28	72,24
H.........	8,43	8,34

tement aromatique. Ce corps n'a pas été analysé, mais on s'est assuré qu'il constitue une combinaison benzoïque en le chauffant avec de la potasse alcoolique, qui a fourni du benzoate de potasse. La production par le chlorure de benzoyle de ce composé, qui est probablement la benzoéthyline tollylénique, montre bien que le composé $C^{10}H^{14}O^2$ renferme un oxhydyle OH.

» En distillant le chlorure de tollylène avec de la potasse aqueuse en solution concentrée, on observe une réaction d'un autre ordre; il se produit une substance jaune, amorphe, insoluble dans tous les dissolvants, ne fondant qu'au-dessus de 275 degrés, ayant l'aspect et les propriétés de corps que j'ai déjà signalés, et qui se produisent dans l'action de l'eau, à 200 degrés, sur le chlorure de tollylène : ces corps paraissent être des anhydrides tollyléniques condensés nC^8H^8O (*Comptes rendus*, juin 1870); l'analyse conduit à des chiffres voisins de ceux qu'exige la formule C^8H^8O.

» L'action de la potasse aqueuse sur le chlorure de tollylène est donc représentée par l'équation

$$C^8H^8Cl^2 + 2KHO = C^8H^8O + 2KCl + H^2O.$$

» *Chlorure de tollylène nitré*, $C^8H^7(AzO^2)Cl^2 = C^6H^3(AzO^2)\left\{\begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl \end{matrix}\right.$. — Les dérivés du glycol tollylénique renfermant le résidu C^6H^4 de la benzine doivent donner des dérivés nitrés et bromés comme tous les corps de la série aromatique. Je m'en suis assuré en préparant le chlorure de tollylène nitré; on l'obtient en dissolvant le chlorure de tollylène dans 5 à 6 fois son poids d'acide azotique fumant, précipitant par l'eau, et faisant cristalliser le produit solide dans l'alcool.

» Le chlorure de tollylène nitré (1) cristallise en petites lames brillantes, fusibles à 45 degrés présentant le phénomène de la surfusion, et possédant une odeur agréable. Il est très-soluble dans l'éther qui l'abandonne par l'évaporation sous forme de gouttelettes huileuses. Il se sépare de l'alcool bouillant en une huile épaisse et dense; pour l'obtenir cristallisé, il faut le dissoudre dans l'alcool, à une température inférieure à son point de fusion, et refroidir fortement la solution, ou l'abandonner à l'évaporation spontanée à la température ordinaire.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz. »

---

(1) Analyse :

	Calculé.	Trouvé.
C..............	34,28	34,53
H..............	2,85	2,84

ZOOLOGIE. — *Sur la conformation du placenta chez le Tamandua* (Tamandua tetradactyla). Note de M. **Alph.-Milne Edwards**, présentée par M. E. Blanchard.

« Nos connaissances relatives à la conformation des enveloppes des Édentés sont si peu avancées, qu'il me semble important d'enregistrer tous les faits de nature à nous éclairer sur les modifications de structure dont ces dépendances de l'embryon sont susceptibles, et sur la valeur des caractères zoologiques que l'on peut en déduire. C'est dans ce but que je crois devoir publier quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur le placenta d'un Fourmilier, bien que les matériaux m'aient manqué pour poursuivre l'examen de cet organe transitoire, aussi loin que je l'aurais voulu.

» La petite famille naturelle des Myrmécophagides, ou Fourmiliers, se rapproche des Pangolins par l'absence complète des dents et par le développement extraordinaire de la langue; mais elle n'a pas comme ceux-ci le corps garni d'écailles, et elle se fait remarquer par l'allongement de la tête, ainsi que par l'étroitesse extrême de la bouche. Lesson l'a divisée en trois genres, très-nettement caractérisés. Dans le premier de ces groupes, celui auquel on a réservé le nom de *Myrmecophaga*, les habitudes sont terrestres, la queue n'est pas préhensile, enfin les pattes sont tétradactyles; dans le second groupe appelé genre *Tamandua*, les doigts sont en même nombre que chez les Myrmécophages proprement dits, mais la queue est volubile et sert à l'animal pour grimper aux branches des arbres, sur lesquels il se tient d'ordinaire; dans la troisième section, composée également de Fourmiliers grimpeurs, et désignée sous le nom de genre *Cyclothurus*, les pattes sont didactyles.

» Aucun naturaliste n'a, je crois, encore eu l'occasion d'examiner les enveloppes fœtales du Tamanoir ou grand Fourmilier à quatre doigts (*Myrmecophaga jubata*), et le peu que l'on sait relativement au placenta des Édentés de cette famille se réduit à quelques indications très-sommaires, qui s'appliquent au genre *Cyclothurus*. D'après une pièce anatomique, d'ailleurs très-incomplète, M. Milne Edwards a pu constater que, chez le Fourmilier didactyle, le placenta n'est pas divisé en lobes et constitue une sorte de disque concave, à bords minces; mais il n'a pu déterminer quelle est l'étendue de la portion des parois de l'œuf qui est occupée par ces houppes vasculaires (1).

(1) *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. IX, p. 563, note n° 2.

» Le fœtus que j'ai eu entre les mains, et sur lequel a porté mon examen, appartient au genre *Tamandua*, et provient d'un *T. tétradactyle* de la Nouvelle-Grenade. Bien que sa peau soit encore complétement dépourvue de poils, il paraît avoir atteint une période déjà avancée de la vie utérine. Son placenta, situé à l'extrémité d'un cordon ombilical assez long et bien cylindrique, et dans lequel les vaisseaux ne s'enroulent pas en spirale, est unilobé et circulaire, mais il occupe une portion trop considérable de la surface de l'œuf, et il est d'une forme trop bombée, pour pouvoir être assimilé aux placentas auxquels on applique d'ordinaire l'épithète de *discoïdes*. On en donnerait une idée plus exacte si on l'appelait un *placenta envahissant;* en effet, il occupe la majeure partie des parois de l'œuf; il ne se compose pas de villosités simples, comme celles du placenta des Pachydermes, des Caméléons et des Tragulides, mais de végétations vasculaires, très-serrées entre elles, et offrant dans la portion centrale une épaisseur considérable, ce qui donne sur ce point à l'organe une apparence spongieuse; ses bords sont nettement dessinés, et laissent à nu une partie du chorion qui est lisse et paraît correspondre à la région de l'utérus voisine du col de cette chambre incubatrice; ces végétations ne rappellent en rien par leur disposition les plis réticulés et l'aspect alvéolaire signalés par M. Sharpey dans le placenta du Pangolin. Vers le centre, il m'a paru exister quelques débris du tissu utérin, indiquant l'existence d'une caduque, mais l'état de la pièce ne me permet de rien affirmer à ce sujet. Enfin, je n'ai trouvé aucune trace de l'allantoïde, d'où je conclus que cet appendice fœtal doit être fort réduit; mais à mon grand regret, je n'ai pu séparer par la dissection les différentes lames de la tunique de l'œuf, ni isoler les parties constitutives du cordon ombilical, un séjour très-prolongé de l'animal dans de l'alcool trop concentré ayant rendu tous ces tissus d'une dureté et en même temps d'une fragilité excessives. J'ajouterai que la surface interne du chorion, sillonnée seulement par les vaisseaux qui irradient du point d'insertion du cordon ombilical, est parfaitement lisse, et ne présente aucune trace des excroissances observées chez l'Unau.

» Si nous comparons le placenta du Tamandua à celui de quelques Édentés appartenant à d'autres familles naturelles, nous ne pouvons ne pas être frappés des différences considérables qui paraissent exister dans la structure de cet organe, chez les divers membres d'un groupe que les zoologistes considèrent généralement comme formant un seul *ordre*.

» Le placenta de l'Unau, tel que nous le connaissons par la figure, accom-

pagnée d'une courte explication, qu'en a donnée Carus (1), ne ressemble ni à celui du Fourmilier, ni à celui d'aucun autre Édenté, ni même à celui d'un Mammifère quelconque; d'après les indications très-sommaires, données par M. R. Owen, sur la conformation du placenta d'un Tatou, cet organe serait comparable, au moins par sa forme générale, au placenta discoïde d'un Insectivore; le placenta du Pangolin, décrit par M. Th. Huxley, d'après les observations dues à Sharpey, présente un troisième mode d'organisation, non moins distinct des précédents. Enfin le Tamandua vient de nous offrir une disposition qui, tout en différant à certains égards de ce qui existe chez le *Cyclothurus* ou Fourmilier didactyle, paraît en être seulement l'exagération.

» Faut-il conclure de cette diversité que, dans l'ordre des Édentés, les caractères des enveloppes fœtales n'ont pas l'importance que beaucoup de naturalistes s'accordent aujourd'hui à leur attribuer dans d'autres groupes de la classe des Mammifères? Ou bien, doit-elle nous conduire à penser que les différents types zoologiques réunis par les zoologistes, sous le nom d'*Édentés*, ont entre eux moins d'affinités qu'on ne le suppose généralement, et devraient être représentés, dans nos systèmes de classification, par des divisions d'un rang plus élevé? De ces deux opinions, la dernière me paraît la mieux fondée, et, dans une autre occasion, je me propose de discuter cette question, en m'appuyant sur des considérations fournies par l'étude anatomique de ces Mammifères. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le* Penicillium bicolor *Fr.* Note de **M. J. de Seynes**, présentée par M. Duchartre.

« Sous le nom de *Penicillium bicolor*, Fries a décrit une Mucédinée dont les spores, d'un vert bleuâtre, sont portées par un mycélium de couleur jaune, souvent condensé en petits corps cylindriques dressés, connus sous le nom de *Coremium*. « *Floccis sterilibus effusis lutescentibus, fertilibus fasci-* » *culatocongestis apice penicillitis, sporidiis glancescentibus.* » Telle est la caractéristique exacte donnée par Fries (*Systema mycol.*, t. III, p. 408). Corda a figuré cette Mucédinée sous le nom de *Coremium;* il attache peu d'importance à la coloration jaune qui lui avait valu le nom de *C. citrinum* Pers., et il range les diverses espèces à mycélium blanc ou jaune : *C. leucopus* Pers., *C. candidum* Nees, *C. glaucum* Link, *C. citrinum* Pers.,

---

(1) Tabulæ, *Anatomiam comparativam illustrantes*, pars III, *Pl. IX*, *fig.* 15.

sous la dénomination commune de *C. vulgare* (*Flore ill. des Mucéd.* d'Europe, p. 53, *Pl. XXV*).

» J'avais eu l'occasion d'étudier le *Penicillium bicolor* au mois de juillet 1870; il se développait sous la forme de *Coremium* sur un vieux stroma de *Penicillium glaucum;* j'en ai retrouvé de nouveaux échantillons le mois dernier; mais les filaments mycéliaux, au lieu de se condenser en petites colonnes fructifères, végétaient à la manière du *P. glaucum* ordinaire. Dans l'un et dans l'autre cas, la cause de la coloration jaune s'est montrée la même et m'a paru digne d'être signalée.

» En examinant cette plante à un grossissement assez fort (850 fois), on voit que toutes les parties colorées en jaune doivent leur couleur à la présence de parasites de la famille des Bactéries, fixés sur la surface extérieure des cellules mycéliales. Ces Bactéries, serrées l'une contre l'autre et immobiles, paraissent punctiformes; plusieurs, dont le développement est peu avancé, le sont en effet; mais, dès qu'elles quittent la cellule où elles étaient fixées, elles sont agitées de mouvements caractéristiques du genre *Vibrio*. Les cellules mycéliales ou les cellules sporifères, qui ne sont pas envahies par ces petits êtres, sont translucides, et ne diffèrent ni pour l'aspect, ni pour la couleur, des organes analogues du *P. glaucum;* aussi la coloration jaune n'est-elle ni constante, ni de la même intensité à tous les moments de la vie de ce Champignon.

» Ainsi s'explique l'observation faite par Corda : « La couleur primitive du pédicelle et de ses filets est blanche pendant la jeunesse du Champignon. Chez quelques individus, elle passe successivement du jaune pâle au jaune citron ou au jaune doré. » (*Flore ill.*, p. 54.) Tel est le motif très-légitime, comme on le voit, qui a conduit ce savant mycologue à n'admettre qu'une seule espèce de *Coremium*. Si l'observation que je présente se généralise et se vérifie sur le *C. citrinum* à spores jaunes de quelques auteurs, on voit qu'il y aura moins de raison que jamais pour admettre comme espèce le *Penicillium bicolor*, ou les *Coremium* jaunes dont la signification générique ne saurait non plus être conservée.

» Le *Vibrio* que j'ai observé vivant ainsi sur le *P. glaucum* me paraît être le *Vibrio synxanthus* Ehrenb. La couleur de ces microphytes vus en masse et leur dimension sont les mêmes. J'en ai transplanté dans du lait, qui est un des milieux où ce vibrion a été observé; mais je n'ai vu se former que des taches très-claires et très-imparfaites. Son développement était gêné par celui du Vibrion butyrique, facile à distinguer, et du *Penicillium* que j'étais obligé de transplanter en même temps. Il est facile en effet de vérifier,

dans ce que j'appellerai le tapis des microphytes, les lois de la concurrence vitale comme dans l'ensemble du tapis végétal; tandis qu'il est fort difficile de constater les filiations si souvent invoquées entre les Bactéries et divers genres de Champignons (1).

» Pendant le mois de septembre 1869, en étudiant les phases du développement d'un Mycoderme dans de l'urine sucrée, j'eus l'occasion de suivre celui de la pellicule transparente qui s'était formée à la surface du liquide. Cette pellicule était composée de *Bacterium*, disposés en chaînettes serrées, et avait un aspect uniformément granuleux; de temps en temps les *Bacterium* étaient agglomérés en une petite masse ovoïde, qui, d'abord nébuleuse, prenait de plus en plus de consistance, et paraissait ensuite sous la forme d'un élément cellulaire, un Mycoderme ou une conidie de *Mucor*. On avait sous les yeux quelque chose d'analogue à l'aspect que présente la genèse des spores, au moyen de granulations plasmatiques, dans l'intérieur d'une thèque de Discomycète. En suivant ce fait de plus près, et en le comparant à d'autres observations recueillies précédemment et avec toutes celles que j'ai pu faire depuis, je me suis assuré qu'il fallait prendre la succession de ces diverses phases dans l'ordre inverse, c'est-à-dire qu'il s'agissait de Mycodermes ou de conidies de *Mucor*, progressivement envahis par des Bactéries, et dont la membrane disparaissait, soit par l'accumulation de ces Bactéries, soit par la destruction qu'elles peuvent opérer de l'enveloppe cellulaire.

» Le fait de la fixation des Bactéries et des *Leptothrix* sur d'autres organismes n'est pas nouveau; il a conduit à des confusions qui sont manifestes, par exemple, dans l'ouvrage du Dr Hallier, de Iéna. Sans avoir la prétention de trancher une grave question par des observations faites d'une manière incidente, j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile d'attirer l'attention des observateurs sur un ordre de faits lié aux phénomènes biologiques qui accompagnent le développement et le mode de nutrition, encore si peu connus, des Bactéries. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques de divers sels du genre chlorure. Des albuminuries métalliques.* Note de **M. Rabuteau**, présentée par M. Robin.

« Mes recherches ont porté sur les chlorures de sodium, de potassium, d'ammonium, de magnésium, de fer, d'or et de palladium.

---

(1) Au mois de juillet dernier cette hypothèse a encore été l'objet d'une Communication du professeur Huxley au Congrès de Liverpool.

» *Chlorures alcalins.* — Les trois premiers sels ont été étudiés spécialement au point de vue de leur action sur la nutrition. Ils activent tous cette fonction; car, dans des expériences prolongées pendant plusieurs jours, j'ai constaté qu'ils augmentaient, d'une manière notable, l'élimination de l'urée, et qu'ils élevaient la température animale. Ainsi, j'ai trouvé que la variation de l'urée totale éliminée chaque jour, sous l'influence d'un régime très-peu salé, puis sous l'influence d'un régime très-salé (10 grammes de chlorure de sodium en plus chaque jour), avait été de *près de* 20 *pour* 100. Les chlorures d'ammonium et de potassium, pris à la dose de 5 grammes, ont fait varier l'urée d'une quantité à peu près égale. Mais, tandis que les chlorures de sodium et d'ammonium activent la circulation, le chlorure de potassium la ralentit. Ce dernier exerce donc une double action : *comme chlorure, il active la nutrition; comme sel de potassium, il ralentit le pouls.*

» Cette action sur la nutrition s'explique par l'augmentation de la sécrétion et de l'acidité du suc gastrique que j'ai constatée directement sous l'influence du chlorure de sodium, et par l'augmentation du nombre des globules rouges qui a été constatée par MM. Plouviez et Poggiale sous l'influence de ce même sel. Enfin, ces données nous rendent compte de divers effets physiologiques et thérapeutiques du chlorure de sodium. Elles nous expliquent pourquoi les animaux soumis à un régime salé se portent mieux, puisque la nutrition est activée, et pourquoi, tout en ayant plus d'appétit, ils n'augmentent guère de poids, d'après les expériences de M. Boussingault et de M. Dailly, puisque la désassimilation est accrue. Je reviendrai d'ailleurs plus tard sur ce sujet.

» *Chlorure de magnésium.* — Je n'ai pas étudié l'action de ce sel sur la nutrition, mais j'ai constaté ses effets purgatifs. Ayant vu que le chlorure de magnésium, injecté à petites doses dans les veines des chiens, constipait ces animaux, j'ai conclu que ce sel, étant introduit dans le tube digestif à dose suffisante, devait produire des effets purgatifs. L'ayant administré, dans le service de M. G. Sée, à la Charité, et de M. Lancereaux, à la Pitié, il a purgé d'une manière très-douce et très-efficace, lors même qu'il n'avait été pris qu'aux doses de 10 à 15 grammes. A la dose de 25 grammes, les effets sont beaucoup plus marqués.

» *Chlorures de fer.* — J'ai constaté que le perchlorure se réduisait au contact des matières albuminoïdes et de diverses substances organiques, et que cette réduction s'opérait dans l'économie.

» Ayant vu que le *protochlorure de fer* ne coagulait pas l'albumine, j'ai porté ce sel dans les veines des chiens. Il faut des doses relativement fortes,

plus de 50 grammes, pour les tuer, et alors leur sang se coagule difficilement ou pas du tout. Mais le point le plus important, c'est la facilité avec laquelle le protochlorure de fer est absorbé dans l'estomac. J'ai sacrifié des chiens deux ou trois heures après avoir porté dans leur estomac 25 à 50 centigrammes de ce sel, et je n'ai retrouvé dans cet organe et dans les intestins que des quantités très-faibles; la presque totalité avait été absorbée. Enfin, ayant constaté que le fer réduit, les oxydes et le carbonate de fer se transformaient en protochlorure dans l'estomac, au contact de l'acide chlorhydrique du suc gastrique, j'ai cru devoir substituer ce sel aux préparations précédentes pour les usages médicaux. Des observations que j'ai recueillies dans les hôpitaux et dans ma pratique m'ont démontré les heureux effets du protochlorure de fer, qui est parfaitement toléré, lorsqu'il est pur et administré d'une manière convenable.

» *Chlorures d'or, de palladium.* — Ces sels, ayant été administrés à des rats, ont subi des phénomènes de réduction. Leur usage prolongé a déterminé une albuminurie liée à des lésions rénales.

» *Albuminuries métalliques.* — Je viens de citer les albuminuries aurique, palladique. On avait déjà signalé l'albuminurie argentique (M. Liouville), l'albuminurie saturnine (M. Ollivier) que j'ai eu occasion de constater moi-même. D'un autre côté, j'ai observé, dans ces dernières années, le passage de l'albumine dans les urines après l'administration à l'intérieur, ou après l'injection dans les veines des animaux de divers sels (acétates de cadmium, d'uranium, etc.). On peut donc appliquer à ces albuminuries l'appellation commune de *métalliques*.

» Toutes mes recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de médecine. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du terrain tertiaire inférieur à Madagascar.* — Note de **M. P. Fischer**, présentée par M. Daubrée.

« L'île de Madagascar est inconnue au point de vue géologique, mais les explorations de M. Alfred Grandidier auront pour résultat de combler en partie cette lacune. Il y a quelques années, j'ai décrit quelques fossiles rapportés par M. Grandidier; les uns indiquaient l'existence, dans la grande île africaine, de couches secondaires caractérisées par des *Nerinæa;* les autres appartenaient probablement à l'époque actuelle ou à la période quaternaire et présentaient un mélange de formes récemment éteintes et de formes vivantes.

» Les matériaux recueillis par M. Grandidier, dans son dernier voyage, sont plus nombreux; les terrains secondaires, qui, d'après les études du savant explorateur, semblent occuper plus du tiers de la surface totale de l'île, sont maintenant représentés par une série de fossiles dont la détermination spécifique n'est pas terminée, et parmi lesquels dominent les genres *Nerinæa, Ammonites, Astarte, Nucula, Rhynchonella,* ainsi que des Polypiers de diverses espèces. Les roches qui les contiennent sont oolithiques, et, dans quelques-unes d'entre elles, les fossiles sont à l'état de moules spathiques. Ces fossiles secondaires et probablement jurassiques ont été recueillis les uns entre Tulléar et le pays des Antanosses émigrés, les autres entre Mouroundava et le fort de Zanzine.

» Quant aux fossiles tertiaires qui font l'objet principal de cette Note, ils proviennent de la montagne de Manouhoui, à l'est de Tulléar (côte sud-ouest de Madagascar). La roche qui les contient est un calcaire blanc grisâtre assez dur, pétri de Foraminifères dont les plus répandus se rapportent aux espèces suivantes :

» 1° *Alveolina,* de la taille et de la forme de l'*A. ovoidea,* d'Orbigny (*A. subpyrenaica*, Leymerie), mais différent par ses ornements extérieurs;

» 2° *Orbitoides*, semblable à l'*O. papyracea*, Boubée;

» 3° *Triloculina,* de forme globuleuse, à segments arrondis et voisin du *T. trigonula,* d'Orbigny.

» Les Mollusques n'existent dans cette roche qu'à l'état de moules; j'ai pu reconnaître les espèces suivantes :

» 4° *Neritina Schmideliana,* Chemnitz : le moule si caractéristique de cette coquille ne laisse aucun doute au sujet de sa détermination;

» 5° *Terebellum*, moule déformé et en mauvais état, paraissant très-voisin du *T. obtusum*, Sowerby;

» 6° Empreintes et moules de plusieurs petits Gastéropodes.

» Dans le voisinage de ces calcaires, M. Grandidier a découvert un banc d'huîtres empâtées dans un calcaire marneux très-tendre et recouvrant une couche de calcaire jaunâtre, friable, qui ne renferme pas d'autres fossiles qu'un Foraminifère, l'*Alveolina longa,* Czjzek.

» Ces huitres appartiennent à deux espèces qui me paraissent nouvelles :

» 1° *Ostrea Pelecydion*, coquille de forme très-aberrante et rappelant par sa forme l'*O. Villei*, Coquand, ou même le *Perna Mulleti;*

» 2° *Ostrea Grandidieri*, dont le test est triangulaire et se rapproche des *Ostrea edulis, bellovacina*, *etc*.

» M. Grandidier donne au terrain tertiaire, qui est si bien caractérisé par

ces divers fossiles, une faible profondeur, mais une grande longueur; il pense que la côte ouest et la côte sud-ouest appartiennent à cette formation.

» A une grande distance de la localité où abondent les Huîtres, on trouve un gisement de calcaire blanc jaunâtre, ressemblant au calcaire à *Alveolina longa*, et dont l'âge me paraît encore très-incertain. Le seul Foraminifère que j'y aie trouvé est un *Triloculina;* mais il renferme quelques exemplaires d'une petite Huître, que je nommerai *Ostrea hippocastanum*, et qui est remarquable par sa surface extérieure ressemblant à celle des *Plicatula* des terrains secondaires.

» L'association des divers fossiles que je viens de signaler est un fait intéressant. On sait que sur plusieurs points de l'Égypte et de l'Inde, le *Neritina Schmideliana* a été trouvé en compagnie des *Terebellum, Orbitoides* et *Alveolina*, dans des roches rapportées sans contestation au terrain tertiaire inférieur ou nummulitique. Mais l'existence de ce terrain dans l'hémisphère austral n'avait pas encore été démontrée. Elle prouve la grande diffusion géographique des mêmes espèces dans la mer nummulitique, diffusion dont la distribution des animaux marins actuels nous offre peu d'exemples. Je doute qu'un seul Mollusque vivant présente une aréa aussi vaste que celle qu'occupait le *Neritina Schmideliana*, s'étendant alors depuis la France, l'Espagne jusqu'à l'Arménie et le Pendjab, d'une part, et depuis la Hongrie et l'Égypte jusqu'à Madagascar, d'autre part.

» Je dois signaler, en outre, l'absence de Nummulites à Madagascar, tandis que les couches correspondantes de l'hémisphère boréal en sont remplies.

» Enfin, l'existence de terrains tertiaires et jurassiques dans l'île africaine nous permet d'espérer qu'avant peu de temps on pourra recueillir les fossiles des étages intermédiaires et, en particulier, ceux de la craie, dont nous ne possédons aucun représentant. »

PHYSIQUE. — *Note sur différents phénomènes acoustiques observés pendant les ascensions en ballon; par* **M. W. de Fonvielle.** (Extrait.)

« L'auteur cherche à expliquer pourquoi certains sons aigus, émis avec une intensité faible, viennent souvent se faire entendre au milieu du silence général qui règne à des hauteurs assez grandes pour que tous les autres bruits de terre soient éteints par la distance.

» Pour trouver la raison de ce surprenant phénomène, il commence par

établir, à l'aide d'observations authentiques, que le ballon est ébranlé avec une facilité très-grande, et que son enveloppe est assez sonore pour produire des échos entendus dans différentes circonstances. Ces faits autorisent à assimiler l'enveloppe du ballon à une membrane destinée à être mise en vibration, par influence, comme celle du pendule acoustique. Il ne faut point s'étonner de ce fait, car toutes les parties du ballon, y compris les cordes elles-mêmes, sont dans un état de tension très-grande.

» Dans le cas où les ondes sonores, qui, à cause de leur faible amplitude, ne peuvent être entendues, et qui parcourent cependant les airs, appartiennent à l'un des harmoniques de l'enveloppe du ballon, elles sont amplifiées, et peuvent l'être assez pour devenir sensibles. Il est évident que ce renforcement ne suppose point que l'origine des ondes sonores soit la surface de la Terre. L'auteur cite des observations qui prouvent que l'on a entendu des sons produits par le choc de différents courants d'air.

» L'auteur fait remarquer de plus que le mouvement même de l'aérostat augmente l'acuité des vibrations sonores produites dans la région vers laquelle le vent entraîne les voyageurs aériens. Si la vitesse est grande, la nature du son peut être rendue méconnaissable.

» L'auteur cite des observations à l'appui de cette théorie. Il en tire des conséquences pratiques. Il explique notamment pourquoi les voyageurs aériens entendent plus facilement les exclamations des personnes qui aperçoivent le ballon, que les réponses qu'elles adressent.

» L'auteur fait en outre remarquer que la masse gazeuse renfermée dans l'aérostat possède certainement des sons propres. La nature de ces sons doit incontestablement varier suivant la température, etc.

» L'auteur croit qu'il faut tenir compte de cette circonstance dans l'explication qu'il a déjà donnée de l'émission de sons musicaux entendus lors de l'ouverture de la soupape. Il appelle l'attention de l'Académie sur l'avantage qu'il y aurait à accompagner les ascensions scientifiques de recherches acoustiques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la combustibilité du carbone.* Note de M. Dubrunfaut. (Extrait.)

« ... En répétant les expériences connues sur la production du gaz rutilant par un courant d'air atmosphérique, en présence de l'étincelle d'induction, nous avons reconnu que ce gaz se produit en petites proportions quand l'air a été soumis à l'action des dessicants; il se produit au contraire

en grandes proportions quand l'air atmosphérique est saturé d'eau. Il en est de même de la production de l'ammoniaque, quand on utilise dans les mêmes conditions un mélange d'hydrogène et d'azote.

« ... Le charbon de sucre, qui, mêlé à l'oxyde de cuivre parfaitement sec, refuse de brûler dans les conditions de température utilisées pour l'analyse organique, brûle au contraire facilement et parfaitement dans les mêmes conditions, sous l'influence d'un courant de vapeur surchauffée ou d'air atmosphérique saturé d'eau.

« ... Le carbone paraît ne pouvoir brûler que sous l'influence de l'eau, qu'il transforme en hydrogène et en oxyde de carbone. Cette interprétation des faits découle rigoureusement des expériences précédentes et de l'examen des tubes de verre dans lesquels elles ont été faites.

» ... Cependant le carbone brûle avec une grande facilité et une grande énergie dans l'oxygène réputé pur et sec, ainsi que le démontrent si nettement des expériences classiques, et notamment celles de MM. Dumas et Stas.

» En présence de ces faits, ne sommes-nous pas en droit d'affirmer la non-combustibilité qu'offrirait le carbone dans de l'oxygène privé d'eau, si la science était en possession des moyens de le produire? Cette assertion pourrait paraître paradoxale, si elle ne découlait rigoureusement des expériences précédentes.

» Ne sommes-nous pas en droit de considérer les mêmes faits comme un complément démonstratif des vérités que nous croyons avoir énoncées, en affirmant que la science ne connaît ni les gaz purs ni les gaz anhydres? La première de ces affirmations, que nous avons surtout appuyée sur des observations d'analyse spectrale, a été surabondamment démontrée de la manière la plus complète et la plus parfaite par M. Angström, et il est à remarquer que la démonstration de l'illustre savant suédois s'applique rigoureusement aux termes mêmes de notre affirmation, savoir : que les gaz simples et purs n'ont qu'un spectre parfaitement caractérisé par le nombre et la position de leurs raies, et que lorsqu'ils offrent, à des températures et dans des conditions diverses, des spectres multiples semblables à ceux qui ont été signalés par Plücker et par M. Wüllner, ces spectres appartiennent à des produits étrangers, qui altèrent la pureté des gaz expérimentés. Quant à la seconde partie de notre affirmation, celle qui touche à un point important de la science, nous croyons avoir fourni des preuves suffisantes de sa réalité, sans pouvoir cependant déterminer d'une manière absolue l'importance des erreurs qu'elle a pu introduire dans les bases usuelles

de toutes les spéculations scientifiques qui s'appuient sur les propriétés physiques et chimiques des gaz. Nous espérons cependant que nos travaux sur cette question ne seront pas perdus et qu'ils décideront des savants plus compétents que nous à s'en occuper pour compléter nos démonstrations et y appliquer le cachet de leur science et de leur autorité. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du glucose.* Note de **M. F. Jean.** (Extrait.)

» Dans leur travail sur l'action réciproque des protosels de cuivre et des sels d'argent, MM. Millon et Commaille ont montré que le chlorure d'argent dissous dans l'ammoniaque donne, avec une solution d'un sel de protoxyde de cuivre, un précipité d'argent métallique dont le poids est proportionnel à la quantité de protoxyde de cuivre contenu dans la solution. Dans la pensée que cette réaction pourrait être utilisée pour le dosage du glucose, j'ai fait divers esais, après lesquels je me suis arrêté au procédé expérimental suivant :

» 1 décigramme de sucre, transformé en glucose, a été ajouté à une solution de tartrate double de potasse et de cuivre, et le mélange contenu dans un petit ballon de verre a été porté à l'ébullition. Il s'est formé un précipité de protoxyde de cuivre, que j'ai dissous dans l'acide chlorhydrique; la solution, rendue ensuite fortement ammoniacale, a été versée dans un vase à précipité, contenant du nitrate d'argent dissous dans l'ammoniaque. Le poids de l'argent métallique précipité était de 0,314; dans trois autres essais, j'ai obtenu 0,316, 0,315, 0,314. La théorie indique 0,315; le procédé est donc quantitatif, et 1 équivalent de glucose correspond à 5 équivalents d'argent métallique, ou 100 de glucose à 300 d'argent, et 100 de sucre de canne à 316. »

M. Neyreneuf adresse, de Caen, une Note relative à la théorie du tourniquet électrique.

D'après les expériences de l'auteur, la réaction de l'air ambiant ne serait pas la seule cause productrice du mouvement du tourniquet : cette cause, suffisante pour produire le phénomène, aurait une influence relativement faible dans les circonstances où l'on se place d'ordinaire; il conviendrait de faire également intervenir la répulsion qu'éprouvent les points fortement électrisés, de la part des parties fixes de la machine.

M. Laroque soumet au jugement de l'Académie un certain nombre de

pièces, manuscrites ou imprimées, sur diverses questions de Physique générale.

Ces pièces seront soumises à l'examen de M. Jamin.

M. **Pigeon** transmet à l'Académie une Lettre adressée par lui à M. Bouley, sur la peste bovine.

Cette Lettre sera renvoyée à M. Bouley.

M. **Ch. Blondeau** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un Mémoire sur le chlore atmosphérique.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Balard.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 décembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris pour l'an 1872. Paris, 1871; in-12. (Présenté par M. Delaunay.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX et J. HOÜEL; t. II, janvier à avril 1871. Paris, 1871; 4 liv. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

L'Atmosphère; par M. C. FLAMMARION. Paris, 1872; 1 vol. grand in-8°, illustré.

Essai d'une faune historique des mammifères sauvages de l'Alsace; par M. Ch. GÉRARD. Colmar, 1871; 1 vol. grand in-8°.

De l'aconitine cristallisée et des préparations d'aconit. Étude chimique et pharmacologique; par M. H. DUQUESNEL. Paris, 1872; br. in-8°.

Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique de Righi-Kulm et les observations de Zurich et de Neuchâtel; par

MM. E. PLANTAMOUR, R. WOLF *et* A. HIRSCH. Genève et Bâle, 1871; br. in-4°.

Note sur le typhon ophitique d'Arguenos (Haute-Garonne); par M. LEYMERIE. Toulouse, 1871; br. in-8°.

Report of the commissioner of patents for the year 1868, volumes I, II, III, IV. Washington, 1869; 4 vol. in-8°, reliés.

Sulla differenza di longitudine fra Napoli e Roma; Memoria di E. FERGOLA *ed* A. SECCHI. Napoli, 1871; in-4°.

Sopra talune oscillazioni diurne degli strumenti astronomici e sopra una probabile causa della loro apparenza; nota del socio ordinario T. FERGOLA (*adunanza del di 2 settembre* 1871). Sans lieu ni date; in-4°.

Sulla trasformazione razionale di 2° grado nello spazio, la cui inversa e di 4° grado nota del prof. L. CREMONA. Bologna, 1871; br. in-4°.

Les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne. Expériences agricoles faites à Rochet en 1869; *par* M. C. SAINTPIERRE. Montpellier et Paris, 1870; br. in-8°.

Nouvelles recherches sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne. Expériences agricoles faites à Rochet, en 1870, *par* M. C. SAINTPIERRE. Montpellier et Paris, 1871; br. in-8°.

La crise financière et l'organisation du travail pendant l'hiver 1871. *Recherches sur la situation actuelle des ouvriers de la vigne; par* M. C. SAINTPIERRE. Montpellier, 1870; br. in-8°.

Le vin au point de vue hygiénique et alimentaire; par M. C. SAINTPIERRE. Montpellier, 1870; br. in-12.

Les atmosphères irrespirables des cuves vinaires, etc.; par M. C. SAINTPIERRE. Paris, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 décembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Observations sur le genre Lis (Lillium, *Tourn.*) *à propos du Catalogue de la Collection de ces plantes qui a été formée par M.* Max Leichtlin, *de Carlsruhe; par* M. P. DUCHARTRE. Paris, 1870; br. in-8°.

Bulletin de l'Observatoire météorologique central de Montsouris, année 1870, *comprenant les observations quotidiennes, le Bulletin hebdomadaire d'histoire*

naturelle agricole et les résumés mensuels. Même Bulletin, du 1er *janvier au* 31 *décembre* 1871. In-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Traité d'Astronomie sphérique et d'Astronomie pratique, par M. F. Brunnow. *Édition française publiée par* MM. E. LUCAS *et* C. ANDRÉ, *avec une Préface de M.* C. Wolf. *Astronomie sphérique.* Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

Traité d'Astronomie sphérique et d'Astronomie pratique, par M. F. Brunnow. *Édition française publiée par* M. C. ANDRÉ. *Astronomie pratique.* Paris, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Delaunay.)

Le délire des persécutions; par M. LEGRAND DU SAULLE. Paris, 1871; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Manuel pratique des appareils modelés, ou nouveau système de déligation, etc.; par M. MERCHIE. Bruxelles, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Nicéphore Niepce. Châlons-sur-Saône, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Courrier de Saône-et-Loire.*)

Essai d'une classification stratigraphique des terrains du Gard, par étages, précédé de quelques observations sur le rôle de l'étage dans la méthode géologique; par M. A. PARRAN. Alais, 1871; in-8°.

De l'influence prétendue de la calcination sur la chaleur de dissolution des oxydes métalliques; par M. C. MARIGNAC. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Statistique médicale de l'armée belge (période de 1868-1869), *précédée d'une statistique sur la mortalité dans les hôpitaux et infirmeries militaires pendant les années* 1862 *à* 1867. Bruxelles, 1871; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Investigacoes estatisticas sobre as doenças e mortalidade do exercito portuguez no periodo de seis annos e meio, decorridos do 1° *de julho de* 1861 *até* 31 *de dezembro de* 1867; *pelo* Dr J.-A. MARQUES. Lisboa, 1870; 1 vol. in-8°.

The pharmaceutical Journal and transactions, nos LXVII *to* LXX; third series october, 1871. London, 1871; in-8°.

Journal of the chemical Society, t. IX, october, september, august. London, 1871; 3 br. in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1871.

Analectes ou Mémoires et Notes sur les diverses parties des Mathématiques; livr. 4; 1871; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; mai et juin 1871; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; n° d'octobre 1871; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n°s 5 et 6, 1871; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; juillet et octobre 1871; in-8°.

Annales du Génie civil; novembre 1871; in-8°.

Annales industrielles; livr. 31 et 32; 1871; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 5, 12 et 26 novembre 1871; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 167, 1871; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n°s 1 à 12, 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; n^{os} des 15 et 31 octobre et 15 novembre 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n°s 9 et 10, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; session extraordinaire à Autun-Givry, juin 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; août 1871; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; septembre et octobre 1871; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; avril à juin 1871; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société française de Photographie; n°s 7 et 8, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mars à mai 1871; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; juin 1871; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 novembre 1871; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 28 octobre au 24 novembre 1871; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° du 1er décembre 1871; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; t. I, n° 10; t. III, n°s 8 à 10, 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 12, 1871; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 19 à 22, 2e semestre 1871; in-4°.

Echo médical et pharmaceutique belge; n° 11, 1871; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 130 à 144, 1871; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 44 à 48, 1871; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 59 à 63, 1871; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 134 à 138, 1871; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; n°s 21 à 23, 1871; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre et décembre 1871; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1871; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; octobre et novembre 1871; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 30 à 33, 1871; in-fol.

L'Abeille médicale; n°s 37 à 40, 1871; in-4°.

L'Aéronaute; novembre 1871; in-8°.

La Revue scientifique; n°s 19 à 23, 1871; in-4°.

L'Art dentaire; octobre 1871; in-°.

L'Art médical; n°s 2 et 3, 16e année, 1871; in-8°.

La Santé publique; n°s 100 à 104, 1871; in-4°.

Le Gaz; n° 5, 1871; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 21 et 22, 1871; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; n^{os} des 1er et 15 novembre 1871; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; n°s 13 à 17, 1871; in-4°.

Les Mondes; n^os des 2, 9, 16, 23 et 30 novembre 1871; in-8°.

Le Salut; n°s 105 à 115, 117 à 127, 129 à 132, 134 à 140, 1871; in-fol.

Magasin pittoresque; octobre 1871; in-4°.

Marseille médical; n° du 20 novembre 1871; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; octobre 1871; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; novembre 1871; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; octobre et novembre 1871; in-8°.

Observatorio... *Publications de l'Observatoire météorologique de l'Infant don Luiz à l'École Polytechnique de Lisbonne;* mars à mai 1871; in-f°.

Répertoire de Pharmacie; octobre et novembre 1871; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; octobre et novembre 1871; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; novembre 1871; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n^os des 1er et 15 novembre et 1er décembre 1871; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 9 à 11, 1871; in-8°.

Revue maritime et coloniale; octobre 1871; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; novembre 1871; in-8°.

The Doctor; t. Ier, n°s 10 et 11, 1871; in-8°.

The Mechanic's Magazine; n^os des 4, 11, 18 et 25 novembre 1871; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 24 juillet 1871.)

Page 232, ligne 8, *au lieu de* : *perpendiculaires*, *lisez* : *parallèles*.

» ligne 5, en remontant, *au lieu de* : $(m-1)[m'(m-1)+1]$, *lisez* : $m'(m-1)(2m-1)$.

Page 233, ligne 4, en remontant, *au lieu de* : *Ces*, *lisez* : *Leurs*.

» ligne 5, en remontant, *au lieu de* : *produits*, *lisez* : *points*.

Page 234, ligne 16, *au lieu de* : *de chaque point*, *lisez* : *de la tangente en chaque point*.

» ligne 19, *au lieu de* : *de chaque point*, *lisez* : *de la tangente en chaque point*.

Page 235, dernière ligne, *au lieu de* : $U_{m'}$, *lisez* : $U_{m''}$.

Page 236, ligne 4, en remontant, *au lieu de* : $2n'+2m'(m+m_1-5)$, *lisez* : $2n'+m'(3m+3m_1-10)$.

Page 236, ligne 13, en remontant, *au lieu de* : -5, *lisez* : -9.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président informe l'Académie que, en raison de la fête de Noël, la prochaine séance aura lieu le mardi 26 décembre, au lieu du lundi 25.

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs aux axes harmoniques des courbes géométriques; par* **M. Chasles.** (Suite.)

Chapitre III.

« On considère les axes harmoniques de U_m auxquels donnent lieu les points ou autres éléments de $U_{m'}$, tangentes, normales ou cordes aa', en relation avec une courbe quelconque $U_{m''}$.

» 91. *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$; *ces tangentes rencontrent l'axe harmonique du point* a' *sur une courbe de l'ordre* $mm'n''$.

» 92. *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et des points de contact on mène des droites aux pôles de la corde* aa' : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m'm''(m-1)+2(m'-1)n'']$.

» 93. *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$: *par le point* a' *on mène les axes harmoniques qui ont leurs pôles sur ces tangentes :*

» 1° *Ces tangentes rencontrent l'axe harmonique de* a' *sur une courbe de l'ordre* $mm'n''$;

» 2° *Les normales aux points de contact des tangentes rencontrent l'axe harmonique de* a' *sur une courbe de l'ordre* m'(mm'' + n'').

» 94. *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et par le point* a' *des droites aux pôles de ces tangentes :*

» 1° *Ces droites enveloppent une courbe de la classe* mm'n'' (m — 1);

» 2° *Les points où elles rencontrent les tangentes sont sur une courbe de l'ordre* m'n''(m — 1)(2m — 1).

» 95. *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et des pôles de la tangente au point* a' *on abaisse des perpendiculaires sur ces tangentes :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* n''(m — 1)(mm' + m' — 2);

» 2° *Leurs pieds sont sur courbe de l'ordre* 2n''(m — 1)(m'm — 1).

» 96. *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$; *les normales aux points de contact rencontrent l'axe harmonique de* a' *sur une courbe de l'ordre* m'(m'' + mn'').

» 97. *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les normales de* $U_{m''}$, *ces normales rencontrent l'axe harmonique de* a' *sur une courbe de l'ordre* mm'(m'' + n'').

» 98. *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les normales de* $U_{m''}$, *les axes harmoniques menés par le point* a', *et ayant leurs pôles sur ces normales, enveloppent une courbe de la classe* mm'(m'' + n'')(m — 1).

» 99. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre* $U_{m''}$ *en* m'' *points : les tangentes en ces points rencontrent l'axe harmonique de* a' *sur une courbe de l'ordre* m'm''(m — 1) + 2n''(m' — 1).

» 100. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m'' *points : les axes harmoniques menés de ces points, et ayant leurs pôles sur la tangente en* a', *enveloppent une courbe de la classe* 2mm''(m — 1)(m' — 1).

» 101. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en des points d'où l'on mène des droites aux pôles de la tangente en* a' : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* 2mm''(m' — 1)(m — 1).

» 102. *La tangente en chaque point* a *coupe* $U_{m''}$ *en* m'' *points par lesquels on mène des droites aux pôles de la normale en* a' : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* m''(m — 1)(2mm'' — 2m + m').

» 103. *La normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m'' *points : les droites menées de ces points aux pôles de la tangente en* a' *enveloppent une courbe de la classe* m''(m — 1)(3mm' — 2m — m').

» 104. *La normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points : les droites menées de ces points aux pôles de la normale en* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $mm''(3m'-2)(m-1)$.

» 105. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points : les droites menées de ces points au point* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $mm'm''$.

» 106. *Si, par les points où l'axe harmonique de chaque point* a *coupe* $U_{m''}$, *on mène des parallèles à la corde* aa′, *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $m''(m'm+m'-2)$.

» 107. *Si, par les points où l'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$, *on mène des perpendiculaires à la corde* aa′ :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m''(mm'+m'-2)$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $m''(mm'+3m'-4)$.

» 108. *Si, par les points où chaque corde* aa′ *de* $U_{m'}$ *rencontre* $U_{m''}$, *on mène des parallèles à l'axe harmonique du point* a, *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $m''(mm'+m'-2)$.

» 109. *Si, par les points où chaque corde* aa′ *rencontre* $U_{m''}$, *on mène des perpendiculaires à l'axe harmonique du point* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m''(m'm+m'-2)$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $2m''(mm'-1)$.

» 110. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points* α, *et l'axe harmonique du point* a′ *coupe cette même courbe en* m″ *points* α' : *les cordes* $\alpha\alpha'$ *enveloppent une courbe de la classe* $2m'm''(m''-1)(m-1)$.

» 111. *Les tangentes menées des pôles de chaque corde* aa′ *à* $U_{m''}$ *rencontrent cette corde sur une courbe de l'ordre* $2n''m(m-1)(m'-1)$.

» 112. *Les tangentes menées des pôles de chaque corde* aa′ *à* $U_{m''}$ *rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre*

$$n''(m-1)[m'(m-1)^2+2(m'-1)].$$

CHAPITRE IV.

» On considère une courbe unicursale $U_{m'}$, et une courbe quelconque $U_{m''}$ dont les éléments donnent lieu à des axes harmoniques relatifs à U_m.

» 113. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points dont*

les axes harmoniques rencontrent la tangente en a′ *sur une courbe d'ordre* $2mm''(m'-1)$.

» **114.** *La normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m'' *points dont les axes harmoniques rencontrent la tangente en* a′ *sur une courbe de l'ordre* $m''(3mm'-2m-m')$.

» **115.** *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène des droites aux points de* $U_{m''}$ *dont les axes harmoniques passent par* a′ :

» 1° *Ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm'm''$;

» 2° *Elles rencontrent les axes harmoniques sur une courbe de l'ordre* $m'm''(2m-1)$.

» **116.** *Si de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *les axes harmoniques des points de contact rencontrent la tangente en* a′ *sur une courbe de l'ordre* $2n''(m'-1)+m'm''(m-1)$.

» **117.** *Si l'on mène de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *les tangentes de* $U_{m''}$, *et du point* a′ *les normales de* $U_{m''}$, *les axes harmoniques des points de contact des tangentes rencontrent les normales sur une courbe de l'ordre*

$$m'(m''+n'')[m''(m-1)+n''].$$

» **118.** *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *rencontre* $U_{m''}$ *en* m'' *points; si des pôles des tangentes en ces points on abaisse des perpendiculaires sur la tangente du point* a′, *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)(m'-1)[n''+m''(m-1)]$.

» **119.** *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et par le point* a′ *on mène les axes harmoniques qui ont leurs pôles sur ces tangentes : ces axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* $mm'n''(m-1)$.

» **120.** *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et par les pôles de ces tangentes, prises pour axes harmoniques de* U_m, *on mène des droites au point* a′ : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm'n''(m-1)$.

» **121.** *Les axes harmoniques des points de* $U_{m''}$ *qui passent par un point* a *de* $U_{m'}$ *rencontrent ceux qui passent par le point* a′ *sur une courbe de l'ordre* $2m'm''(m-1)[m''(m-1)-1]$.

» **122.** *L'axe harmonique d'un point* α *de* $U_{m''}$ *coupe* $U_{m'}$ *en* m' *points* a :

» 1° *Les droites menées du point* α *aux* m' *points* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $mm'm''$;

» 2° *Ces droites coupent l'axe harmonique sur une courbe de l'ordre* $m'm''(2m-1)$.

» **123.** *La normale en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m'' *points : les*

axes harmoniques de ces points rencontrent la normale en a′ *sur une courbe de l'ordre* mm″(3m′ − 2).

» **124.** *Chaque corde* aa′ *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points dont les axes harmoniques rencontrent la tangente en* a *sur une courbe de l'ordre* 2mm″(m′ − 1).

» **125.** *Chaque corde* aa′ *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points; des pôles des tangentes de* $U_{m''}$ *en ces points on abaisse des perpendiculaires sur la tangente en* a :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$2(m'-1)(m-1)(mm''-m''+n'');$$

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre*

$$2(m'-1)(m-1)(2mm''-2m''+n'').$$

» **126.** *Chaque corde* aa′ *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points : les droites menées des pôles des tangentes en ces points aux pôles des tangentes en* a *enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)^3[2(m'-1)(m''+n'')+m'm'']$.

» **127.** *Les tangentes de* $U_{m'}$ *en deux points* a, a′ *coupent* $U_{m''}$ *en deux groupes de points* α *et* α' : *les axes harmoniques des points* α *rencontrent ceux des points* α' *sur une courbe de l'ordre* $4m''(m'-1)(m''m-m''-1)$.

» **128.** *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et l'on prend les axes harmoniques des points de contact; puis, du point* a′ *on mène les tangentes d'une autre courbe* $U_{m'''}$: *ces tangentes rencontrent les axes harmoniques sur une courbe de l'ordre* $m'n'''[m''(m-1)+n'']$.

» Observation. — Dans ce chapitre, comme dans le précédent, relatif à deux courbes $U_{m'}$, $U_{m''}$, la première unicursale et la seconde quelconque, on a considéré les axes harmoniques d'une courbe U_m, auxquels donnaient lieu les éléments d'une seule des deux courbes, de $U_{m'}$ d'abord, puis de $U_{m''}$. Mais on conçoit que l'on pourrait aussi considérer les axes harmoniques auxquels donneraient lieu tout à la fois les éléments des deux courbes. On obtiendrait encore ainsi de nombreux théorèmes; nous nous bornerons à en donner quelques exemples.

» **129.** *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en des points dont les axes harmoniques rencontrent l'axe harmonique du point* a′ *sur une courbe de l'ordre* m″(m − 1)(3m′ − 2).

» **130.** *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$, *et sur ces tangentes on prend les pôles d'axes harmoniques passant par le point* a′ :

» 1° *Ces pôles sont sur une courbe de l'ordre* mm′n″(m − 1);

» 2° *Les axes harmoniques enveloppent une courbe de la classe* mm′n″(m − 1).

» **131.** *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les normales de* $U_{m''}$, *et des pôles*

de ces normales on abaisse des perpendiculaires sur l'axe harmonique du point a' :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$m'(m-1)(m''+n'')[(m-1)^2+1];$$

» 2° *Leurs pieds sur les axes harmoniques sont sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)(m''+n'')[2(m-1)^2+1]$;

» 3° *Les points où elles rencontrent la corde* aa' *sont sur une courbe de l'ordre* $(m-1)(m'''+n'')(m'm^2-2m+2)$.

132. *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$, *relatif à* U_m, *touche sa courbe enveloppe en un point* α; *l'axe harmonique de ce point, relatif à* U_{m_1}, *coupe l'axe harmonique de* a', *relatif à* U_m, *sur une courbe de l'ordre* $m'(m-1)+2(m_1-1)(2m'm-3m'-1)$.

Chapitre V.

» On considère les axes harmoniques de deux courbes U_m, U_{m_1}, auxquels donnent lieu les éléments, points, tangentes, normales, cordes *aa'* d'une courbe $U_{m'}$ unicursale.

» 133. *Les axes harmoniques de deux points* a, a' *de* $U_{m'}$, *relatifs, l'un à* U_m *et l'autre à* U_{m_1}, *se coupent sur une courbe de l'ordre* $m'(m+m_1-2)$.

» 134. *La droite menée du point* a *au point d'intersection des deux axes harmoniques des points* a *et* a' *enveloppe une courbe de la classe* $m'(m+m_1-1)$.

» 135. *Les axes harmoniques des deux points* a, a', *relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1}, *touchent leurs courbes enveloppes en deux points; la droite qui joint ces points enveloppe une courbe de la classe* $2m'(m+m_1-2)-4$.

» 136. *Le lieu d'un point dont les axes harmoniques, relatifs à deux courbes* U_m, U_{m_1}, *passent respectivement par deux points* a, a' *de* $U_{m'}$, *est une courbe de l'ordre* $m'(m+m_1-2)$.

» 137. *Les axes harmoniques des deux points* a, a', *relatifs à* U_m *et* U_{m_1} *respectivement, touchent leurs courbes enveloppes en deux points; les normales en ces points se coupent sur une courbe de l'ordre* $3m'(m+m_1-2)-4$.

» 138. *Les droites menées de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *aux points dont les axes harmoniques relatifs à* U_m *et* U_{m_1} *passent par le point* a', *enveloppent une courbe de la classe* $m'(mm_1-1)$.

» 139. *La droite qui joint le point* a *de* $U_{m'}$ *au point de rencontre des axes harmoniques de* a', *relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1}, *coupe la droite qui*

joint les points de contact de ces axes harmoniques et de leurs courbes enveloppes, sur une courbe de l'ordre $3m'(m+m_1)-5m'-4$.

140. *On prend les axes harmoniques des points* a, a' *de* $U_{m'}$, *relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1}, *respectivement, et par le point de contact du premier avec sa courbe enveloppe on mène une parallèle au second :*

» 1° *Ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $m'(2m+m_1-3)-2$;

» 2° *Elles se coupent sur une courbe de l'ordre* $3m'(m+m_1-2)-4$.

» **141.** *On prend les axes harmoniques des points* a, a', *de* $U_{m'}$, *relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1}, *et du point de contact du premier avec sa courbe enveloppe on abaisse une perpendiculaire sur le second :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m'(2m+m_1-3)-2$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $2m'(m+m_1-2)-2$.

» **142.** *On prend les axes harmoniques de chaque point* a *de* $U_{m'}$, *relatifs aux deux courbes* U_m, U_{m_1}, *et du point* a' *on abaisse une perpendiculaire sur la droite qui joint les points de contact de ces axes harmoniques et de leurs courbes enveloppes :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $m'(2m+2m_1-3)-4$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $m'(4m+4m_1-7)-8$.

» **143.** *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe les axes harmoniques qui, ayant leurs pôles sur* $U_{m'}$, *passent par* a', *sur une courbe de l'ordre* $mm'^2(m_1-1)$.

» **144.** *Les axes harmoniques qui, ayant leurs pôles sur* $U_{m'}$, *passent par un point* a, *coupent les axes harmoniques qui, ayant aussi leurs pôles sur* $U_{m'}$, *passent par le point* a', *sur une courbe de l'ordre* $2m'^3(m-1)(m_1-1)$.

» **145.** *L'axe harmonique de chaque point* a *coupe* $U_{m'}$ *en* m' *points* α, *et l'axe harmonique de* a' *coupe* $U_{m'}$ *en* m' *points* α' : *les droites qui joignent les points* α *aux points* α' *enveloppent une courbe de la classe* $m'^2(m'-1)(m+m_1-2)$.

» **146.** *L'axe harmonique de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* U_m *en* m *points* α, *et l'axe harmonique de* a' *coupe* U_{m_1} *en* m_1 *points* α_1 : *les droites qui joignent les points* α *aux points* α_1 *enveloppent une courbe de la classe* $m'mm_1(m+m_1-2)$.

» **147.** *L'axe harmonique du point* a, *relatif à* U_m, *rencontre les axes harmoniques de* U_{m_1} *qui ont leurs pôles sur la corde* aa' *et sont perpendiculaires à cette corde, sur une courbe de l'ordre* $(m_1-1)[m'(m-1)+2(m'-1)m_1]$.

» **148.** *Des pôles de la tangente en* a, *relatifs à* U_m, *on abaisse des perpendiculaires sur l'axe harmonique de* a', *relatif à* U_{m_1} : *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m'(m-1)(m_1-1)+2(m'-1)]$.

» **149.** *Les droites qui joignent les pôles de la tangente en* a, *relatifs à* U_m, *aux pôles de la tangente en* a', *relatifs à* U_{m_1}, *enveloppent une courbe de la classe* $2(m'-1)(m-1)(m_1-1)(m+m_1-2)$.

» **150.** *Les droites qui joignent les pôles de la tangente en* a, *relatifs à* U_m, *aux points de la tangente en* a', *dont les axes harmoniques, relatifs à* U_{m_1}, *sont parallèles à cette tangente, enveloppent une courbe de la classe* $2(m'-1)(m-1)(mm_1-1)$.

» **151.** *Les droites qui joignent les pôles de la tangente en* a, *relatifs à* U_m, *aux pôles de la tangente en* a', *relatifs à* U_{m_1}, *enveloppent une courbe de la classe* $2(m'-1)(m-1)(m_1-1)(m+m_1-2)$.

» **152.** *On prend les pôles de la tangente de* $U_{m'}$ *en* a, *considérée comme axe harmonique de* U_m, *et les pôles de la tangente en* a', *considérée comme axe harmonique de* U_{m_1} : *les droites qui joignent ces pôles aux premiers enveloppent une courbe de la classe* $2(m'-1)(m-1)(m_1-1)(m+m_1-2)$.

» **153.** *Les droites menées du point* α *où l'axe harmonique de* a, *relatif à* U_m, *touche sa courbe enveloppe, aux pôles de la tangente en* a', *relatifs à* U_{m_1}, *enveloppent une courbe de la classe* $2(m_1-1)[m'(m-1)(m_1-1)+m'-m_1]$.

» **154.** *Des pôles de la tangente en* a, *considérée comme axe harmonique de* U_m, *on abaisse des perpendiculaires sur l'axe harmonique de* a', *relatif à* U_{m_1} :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m'(m-1)(m_1-1)+2(m'-1)]$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre*

$$2(m-1)[m'(m-1)(m_1-1)+m'-1].$$

» **155.** *On prend l'axe harmonique du point* a *de* $U_{m'}$, *relatif à* U_m, *et par les pôles de cet axe considéré maintenant comme axe harmonique de* U_{m_1}, *on mène des droites au point* a' : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $m'(m-1)(m+m_1-2)$.

» **156.** *Les droites qui joignent les pôles de chaque corde* aa' *de* $U_{m'}$, *relatifs à* U_m, *aux pôles de la même corde, relatifs à* U_{m_1}, *enveloppent une courbe de la classe* $2(m'-1)(m-1)(m_1-1)(m+m_1-3)$.

Chapitre VI.

» On considère une courbe unicursale $U_{m'}$ donnant lieu à des axes harmoniques, et deux courbes quelconques $U_{m''}$, $U_{m'''}$.

» 157. *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$*, lesquelles coupent* $U_{m'''}$ *en des points* a*, d'où l'on mène des droites aux pôles de la corde* aa' *considérée comme axe harmonique de* U_m) :

» 1° *Ces droites enveloppent une courbe de la classe*

$$n''m'''(m-1)(m'm+m'-2);$$

» 2° *Elles rencontrent les cordes* aa' *sur une courbe de l'ordre*

$$n''m'''(m-1)(3mm'-2m-m');$$

» 3° *Elles rencontrent les axes harmoniques des points* a *sur une courbe de l'ordre* $n''m'''(m-1)[m'm(m-1)+2m'-2]$.

» 158. *De chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$*, lesquelles coupent* $U_{m'''}$ *en des points d'où l'on abaisse des perpendiculaires sur les axes harmoniques des points* a' :

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $mm'n''m'''$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $m'n''m'''(2m-1)$;

» 3° *Elles rencontrent les cordes* aa' *sur une courbe de l'ordre* $n''m'''(mm'+2m'-2)$.

» 159. *Des pôles de chaque corde* aa' *on mène les tangentes de* $U_{m''}$*, et du point* a *on mène des droites aux points où ces tangentes rencontrent* $U_{m'''}$: *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $n''m'''(m-1)(mm'+m'-2)$.

» 160. *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène les tangentes de* $U_{m''}$*, et par les pôles de ces tangentes on mène les tangentes de* $U_{m'''}$: *ces tangentes rencontrent les tangentes de* $U_{m^{\text{IV}}}$ *menées par le point* a'*, sur une courbe de l'ordre* $n''n'''n^{\text{IV}}(m-1)(m'm-m'+1)$.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les froids de décembre* 1871. Note lue par **M. Delaunay**.

« La première quinzaine du mois de décembre nous a présenté une succession de phénomènes dont il est intéressant de suivre les phases diverses dans les cartes météorologiques de l'Observatoire de Paris. Pendant cet intervalle de temps, le baromètre a été très-haut sur la partie occidentale de l'Europe, généralement bas sur sa partie orientale, et très-variable sur sa partie septentrionale. On y reconnaît, en outre, deux périodes assez distinctes par le mode de circulation aérienne et surtout par le caractère de la température.

» La circulation aérienne, comme on sait, est beaucoup moins accusée,

pour les physiciens de l'Observatoire de Paris, par la direction des girouettes que par la trajectoire parcourue par le centre de dépression barométrique, autour duquel l'air est animé d'un mouvement de rotation plus ou moins accentué sur lui-même.

» Pendant la première période, la région occupée par les grandes hauteurs du baromètre s'étend sur l'Atlantique à une distance dont nous ignorons encore la limite; elle recouvre les côtes occidentales de l'Europe, particulièrement l'Angleterre, la mer du Nord et une partie de la Norwége. Les pressions basses, au contraire, règnent sur l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, l'Italie et le midi de l'Espagne. Le circuit aérien de l'Atlantique et de l'Europe manque d'ampleur vers l'est; le lit occupé par sa branche équatoriale ne nous est pas encore connu; sa trajectoire s'infléchit vers le sud en arrivant sur notre continent, et il s'y transforme en contre-courant de retour, ou courant polaire. C'est la période des vents du nord et du froid.

» Le 6 décembre, le baromètre monte d'une manière très-marquée sur l'Espagne en restant bas sur l'Italie; le 7, la hausse gagne l'Italie et déjà le baromètre commence à baisser sur la Suède. Ce double mouvement s'accentue graduellement jusqu'au 9, maximum du froid pour Paris. Le 10, la situation paraît encore douteuse : les dépêches d'Angleterre n'arrivent pas le dimanche; mais le 11, la carte météorologique, à peu près complète, accuse l'arrivée d'une assez forte bourrasque dont le centre va pénétrer sur le nord de la Norwége et se trouvera, le 13, au nord du golfe de Bothnie.

» Le premier signe de l'approche d'une bourrasque, signe quelquefois très-fugitif et difficile à saisir, consiste dans une hausse du baromètre accompagnée ou suivie d'un accroissement dans la transparence de l'air. Le baromètre de Paris a atteint son maximum le 8, vers 9 heures du soir, et le lendemain 9, à midi, le thermomètre noir, placé dans le vide, marquait 15°,8 de plus au soleil qu'à l'ombre. C'est dans l'intervalle qu'un effet de rayonnement a produit la température locale de — 21°5 observée à Paris.

» Il serait d'un grand intérêt de pouvoir déterminer exactement, pendant les divers jours de son parcours sur l'Europe, quelle a été la répartition des températures minima sur le pourtour du disque tournant de la bourrasque du 13, dont l'approche s'était déjà manifestée par l'aurore boréale observée à Stockholm dans la nuit du 9 au 10, et à laquelle bourrasque nous attribuons le coup de froid qui a parcouru, du 7 au 10, les Pays-Bas, la Belgique et la France. Nous serions heureux si les lecteurs européens

des *Comptes rendus* voulaient bien nous adresser leurs observations météorologiques du 1er au 15 décembre.

» Quant aux brumes actuelles, elles apparaissent toujours, sous forme de brouillard en hiver, sous forme d'un simple défaut de transparence de l'air en été, dans la région à forte pression barométrique entourée par le circuit équatorial de l'atmosphère. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De l'influence de la neige sur la température du sol à diverses profondeurs, selon qu'il est gazonné ou dénudé; par* MM. **Becquerel** *et* **Edm. Becquerel**. (Extrait.)

« L'abaissement considérable de température qui a eu lieu dernièrement nous a engagés à montrer, à l'aide des observations qui ont lieu constamment au Jardin des Plantes, l'influence que peut avoir la neige sur la marche de la température sous le sol.

» Il est admis généralement que la neige préserve de la gelée les récoltes en terre, quelles que soient la longueur et la rigueur de l'hiver; mais on ignore quelles sont les limites de cette préservation. Cette question se rattache à celle de la distribution de la chaleur dans le sol, laquelle dépend de la nature des parties dont il est composé, de leur grosseur, de leur pouvoir conducteur pour la chaleur et de leur pouvoir d'imbibition, ainsi que de l'état de la surface, suivant qu'elle est couverte de végétaux ou dénudée. La question, comme on le voit, est très-complexe, et exige pour sa solution de nombreuses observations faites dans les conditions dont on vient de parler. On peut néanmoins avoir des données certaines, en opérant dans des conditions bien déterminées, données qui peuvent être utiles à l'agriculture et aux sciences naturelles.

» Les observations ont été faites d'une manière suivie au Jardin des Plantes, dans deux terrains semblables contigus, dont l'un est couvert de bas végétaux et l'autre est dénudé; on les a comparées à celles faites à l'Observatoire dans un terrain à peu près semblable à celui du Jardin des Plantes, et qui est gazonné. Dans la première localité, les observations ont été faites avec le thermomètre électrique, à des profondeurs au-dessous du sol égales à $0^m,05$; $0^m,1$ et $0^m,3$, et même $0^m,6$, au-dessous du sol; dans la seconde, avec des thermomètres ordinaires, sous la direction de M. Marié-Davy, à $0^m,02$; $0^m,10$ et $0^m,3$. Nous avons pris ces dernières observations dans la publication quotidienne de cet établissement. Il est bien entendu qu'elles doivent être faites dans des terrains d'une certaine étendue, afin d'avoir la température de la masse.

» La neige a commencé à tomber à Paris, vers 2 heures de l'après-midi, le 7 décembre dernier; le lendemain, la terre en était couverte d'une couche épaisse de 7 à 8 centimètres en moyenne. La température s'est abaissée rapidement; le 9, le minimum est descendu jusqu'à $-20°,7$ au Jardin des Plantes, et à l'Observatoire à $-21°,5$.

» Nous donnons ci-après les températures observées du 5 au 15 décembre dans les deux localités.

Décembre.	Jardin des Plantes (sol gazonné).			Observatoire (sol gazonné).			Jardin des Plantes (sol dénudé).		
	Profond^r. $0^m,05$	Prof. $0^m,10$	Prof. $0^m,30$	Prof. $0^m,02$	Prof. $0^m,10$	Prof. $0^m,30$	Prof. $0^m,05$	Prof. $0^m,10$	Prof. $0^m,30$
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
5.....	1,00	1,20	2,40	0,87	1,42	3,00	— 0,70	— 0,20	0,90
6.....	0,80	1,15	2,35	0,60	1,18	2,90	— 0,20	— 0,35	0,80
7.....	0,70	1,30	2,10	0,40	1,05	2,70	— 1,00	— 0,60	0,65
8.....	0,70	1,00	2,10	0,34	1,00	2,60	— 1,10	— 0,65	0,55
9.....	0,65	1,00	2,10	0,00	0,70	2,43	— 1,80	— 1,20	0,45
10.....	0,60	1,00	2,10	0,15	0,70	2,45	— 1,20	— 0,95	0,40
11.....	0,65	1,00	1,95	0,38	0,70	2,10	— 0,70	— 0,60	0,30
12.....	0,75	1,00	1,90	0,30	0,80	2,11	— 0,50	— 0,50	0,30
13.....	0,70	0,90	1,85	0,35	0,96	2,20	— 0,40	— 0,30	0,30
14.....	0,70	0,95	1,80	0,83	1,15	2,20	— 0,70	— 0,20	0,30
15.....	0,55	0,80	1,80	1,70	1,70	2,42	— 0,00	— 0,05	0,30

Décembre.	Jardin des plantes (minima dans l'air).	Observatoire (minima dans l'air).
	o	o
7..................	— 5,7	— 5,9
8..................	—13,7	—12,3
9..................	—20,7	—21,5
10..................	—18,2	— 7,16
11..................	— 5,6	— 3,50
12..................	— 3,3	— 2,30
13..................	— 3,5	— 2,70
14..................	— 1,6	— 2,20
15..................	+ 0,9	+ 2,10

» Les tableaux d'observations ci-dessus montrent que les températures, sous le sol couvert, ont été constamment au-dessus de zéro, au Jardin comme à l'Observatoire, aux profondeurs de $0^m,05$; $0^m,1$ et $0^m,3$. Au Jardin, la température à $0^m,05$, à partir du 5, a été d'environ $0°,7$, et la variation de 1 à 2 dixièmes; à $0^m,10$ et $0^m,30$, les températures ont été de 1 et 2 degrés, avec des variations de 1 à 2 dixièmes de degré; ce qui indique une température à peu près constante à chaque station. A ces profondeurs, dans les terrains de même nature, les racines,

les graines et autres corps organisés sont préservés de la gelée par un froid de plus de 20 degrés au-dessous de zéro.

» Sous le sol dénudé, aux mêmes profondeurs, il en a été autrement : depuis le 2 décembre jusqu'au 6, à $0^m,05$, la température a été constamment au-dessous de zéro, et, le 15, elle était à zéro. A partir du 7, où la température était de — 1 degré, elle a continué à baisser jusqu'au 10 ; puis elle a été en augmentant jusqu'au 15 de quelques dixièmes chaque jour, où elle est devenue zéro.

» A l'Observatoire, aux profondeurs de $0^m,02$; $0^m,10$; $0^m,30$, dans un terrain à peu près semblable à celui du Jardin des Plantes, qui est couvert également de gazon, les variations de température ont été du même ordre que dans cette dernière localité. Les différences sont très-faibles. Il y a donc eu identité dans la distribution de la chaleur, dans le sol couvert de neige, aux mêmes profondeurs, dans les deux localités.

» Sous le sol dénudé, à $0^m,10$, elle est devenue négative à partir du 5 décembre; le minimum, qui a été de — $1^o,20$, a eu lieu le 9, comme dans l'air, dont la température est descendue à — $20^o,7$; l'influence de la température de l'air s'est donc fait sentir dans ce terrain, tandis qu'elle a été nulle sous le sol couvert, au Jardin des Plantes comme à l'Observatoire.

» A $0^m,30$, la température a été constamment positive et décroissante, à partir du 5 décembre; depuis le 7, les variations ont été conséquemment très-faibles.

» Les tableaux qui sont joints au Mémoire montrent que, depuis le 15, où le dégel a commencé, à $0^m,05$, les températures tendent à s'égaliser; on voit donc, d'après ce qui précède, qu'une couche de neige de 7 à 8 centimètres d'épaisseur préserve efficacement de la gelée les objets, lors même que la température descend au-dessous de 20 degrés, le sol couvert de bas végétaux à $0^m,05$ et au delà, pendant un certain nombre de jours, tandis que, lorsqu'il est dénudé, la température, à la même profondeur, est de plus de $1^o,5$ au-dessous de zéro. On peut donc conserver, dans des silos, à peu de profondeur au-dessous du sol, des racines et des graines quand le sol est gazonné, tandis que les mêmes objets pourraient être exposés à la gelée, si le sol est dénudé ou a reçu un labour. Si la neige et le froid étaient persistants, cette distribution de la chaleur éprouverait peut-être quelques changements ; vu le dégel, on n'a pas été à même de les observer.

» On voit donc combien la mauvaise conductibilité de la neige et du gazon peut préserver de la gelée le sol au-dessous de la surface.

» Lorsque le dégel a lieu, les eaux qui proviennent de la fonte de la neige pénètrent plus facilement dans les terrains perméables que dans ceux qui ne le sont pas, ou du moins qui le sont à un moindre degré, et y apportent successivement une température qui participe de celle de l'air. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le froid du 9 décembre.* Note de **M. EDM. BECQUEREL.**

« Le froid du 9 décembre paraît avoir sévi dans le département du Loiret avec plus d'intensité qu'à Paris.

» A Montargis, M. Parant a observé la température avec plusieurs thermomètres qui lui ont donné — 25°,5 comme minimum dans la matinée du 9 et — 15°,10 comme maximum vers 3 heures de l'après-midi.

» A la Jacqueminière, près Courtenay, même arrondissement, où j'ai plusieurs appareils météorologiques, un thermométrographe placé au nord, à 3 mètres environ au-dessus du sol, et à peu de distance d'une prairie couverte de neige, a donné — 27°,5 pour le minimum. Je n'ai pu vérifier ce thermomètre à un point aussi bas de l'échelle thermométrique, mais je compte le faire plus tard ; en tout cas, je ne pense pas que ce nombre puisse être notablement modifié.

» Je rapporte ces nombres, afin de pouvoir les comparer à ceux qui seront donnés dans d'autres localités, pour établir de quelle manière le froid a sévi ce jour-là dans les différents départements. »

M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE fait remarquer que les deux observations de température très-basse, faites dans le Loiret, qui viennent d'être mentionnées par M. Edmond Becquerel, concordent très-bien avec le minimum de —26 degrés, obtenu à Nemours et cité par lui-même dans la dernière séance. Toute cette région a évidemment subi un froid très-rigoureux; il n'en a pas été de même du Perche et de l'Anjou, qui ne paraissent avoir reçu qu'une très-faible épaisseur de neige : le minimum, près d'Angers, a été de —12 degrés, et de —14°,7 à Vendôme.

« Je saisis cette occasion, ajoute M. Ch. Sainte-Claire Deville, pour mettre sous les yeux de l'Académie, dans le petit tableau suivant, les minima obtenus, du 7 au 15 décembre, dans les six postes sémaphoriques de la Marine, qui montrent très-bien la transmission assez lente du froid du nord et de l'est vers le sud et l'ouest.

Décembre 1871.	Cap Gris-Nez (entre Boulogne et Calais).	Pointe Saint-Mathieu (Brest).	Ile de Groix (Lorient).	Ile d'Aix (Rochefort).	Biarritz.	Cap Sicié (Toulon).
7.......	— 3°,5	—3°,0	—3°,0	0°,0	—1°,0	—2°,3
8.......	—11,0	—0,5	—1,7	— 3,0	0,0	—1,8
9.......	— 0,9	—2,2	—5,0	— 3,5	—4,5	0,5
10.......	— 0,2	—3,0	—5,0	—10,0	—6,0	0,0
11.......	1,3	—0,6	—0,5	— 4,0	—7,0	1,0
12.......	2,3	1,6	1,2	— 4,0	—6,0	2,2
13.......	2,6	3,3	1,2	— 6,0	—4,5	1,0
14.......	5,7	3,5	1,0	— 5,9	—8,5	0,4
15.......	5,6	6.6	5,5	1,0	—6,0	2,0

» Il y a trois jours de distance entre le minimum du cap Gris-Nez et celui de Biarritz. Les froids, pour cette dernière localité, ent été remarquablement vifs et persistants. Toulon paraît, au contraire, être en dehors de la bande atteinte, car le minimum — 2°,3 du 7 se rapporte probablement à la période de froid, déjà très-accentuée, qui s'était manifestée dans nos régions les 2 et 3 décembre. S'il en était autrement, cela impliquerait dans la transmission du froid une direction plus prépondérante de l'est que du nord. Mais il serait prématuré de traiter ces questions avant que les documents suffisants nous soient parvenus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur un Mémoire de M.* Liebig, *relatif aux fermentations; par* **M. Pasteur.**

« M. Liebig a publié, en 1870, un grand Mémoire sur les fermentations qui vient d'être traduit dans les *Annales de Chimie et de Physique*. C'est une critique très-approfondie, en apparence, de quelques-unes de mes études sur le même sujet.

» Le travail du savant chimiste de Munich est très-soigné, rempli des discussions les plus habiles, et l'auteur nous apprend qu'avant de le produire, il y a songé pendant près de dix années. Si je voulais en faire, à mon tour, une critique détaillée, il me faudrait suivre M. Liebig, pas à pas, et écrire un Mémoire presque aussi long que le sien. Je n'en ai pas le loisir; mais si j'entends aujourd'hui laisser de côté tout le menu de la question, je m'empresse d'ajouter que c'est pour aller droit aux deux négations dans lesquelles se concentrent toutes les objections du chimiste allemand, et qui d'ailleurs résument le fond du débat.

» Dans la première de ces deux négations, M. Liebig conteste formellement que j'aie pu produire de la levûre de bière et la fermentation alcoolique dans un milieu minéral sucré où j'avais semé une quantité extrême-

ment petite de levûre. Là, en effet, est la pierre de touche de la vérité ou de l'erreur. Pour M. Liebig, on le sait, la fermentation est un phénomène corrélatif de la mort, si je puis ainsi parler. Toute substance, quelle qu'elle soit, et notamment celles que l'on désigne sous le nom de *matières albuminoïdes*, l'albumine, la fibrine, la caséine, etc., ou des liquides organiques qui les renferment, le lait, le sang, l'urine, etc., ont la propriété de communiquer le mouvement que l'exposition à l'air y détermine aux molécules d'une matière fermentescible. Celle-ci se résout alors en des produits nouveaux, sans rien prendre à ces substances et sans leur rien fournir de ses propres matériaux. Selon moi, au contraire, les fermentations proprement dites sont toutes corrélatives de la vie et je crois avoir démontré par des preuves péremptoires qu'une matière fermentescible n'éprouve jamais la fermentation, sans qu'il y ait un échange incessant entre des cellules vivantes qui grandissent ou se multiplient, en s'assimilant une partie de la matière fermentescible elle-même.

» La doctrine de M. Liebig était en pleine faveur lorsque j'ai démontré en premier lieu que, dans toute fermentation proprement dite, on trouve, d'une manière nécessaire, des organismes spéciaux et que, là où l'on croyait n'avoir affaire qu'à des matières albuminoïdes mortes, la vie apparaît corrélative de la fermentation, les deux phénomènes commençant et finissant en même temps. J'ai démontré, d'autre part, que toutes ces fermentations deviennent impossibles au libre contact de l'air, à la seule condition que l'air ne puisse apporter, dans les matières en présence, les germes organisés que cet air charrie sans cesse au voisinage de la surface de la terre (1). Néanmoins, et c'est encore un des faits que j'ai établis avec rigueur, ces mélanges fermentescibles dont la fermentation est rendue impossible par l'absence des germes en suspension dans l'air, éprouvent une oxydation et une altération chimique sensibles au contact de cet air pur. Ces faits si probants parurent encore laisser des doutes dans quelques esprits prévenus; car rien n'est plus subtil que l'argumentation d'une théorie qui succombe.

---

(1) L'Académie ne reverra peut-être pas sans intérêt un vase ouvert dans lequel se trouve de l'eau de foin vert depuis le 24 juin 1864, paraphé sur son étiquette par un Membre de cette Académie (M. Balard), et qui est resté limpide sans donner trace de fermentation ni de putréfaction, uniquement parce que le col du vase a été recourbé et que l'ouverture est placée de telle sorte que les poussières en suspension dans l'air ne peuvent tomber dans le liquide. La poussière s'est amassée sur les parois extérieures, mais elle n'a pu arriver jusqu'au liquide. Que l'on remplace l'eau de foin par tous les mélanges fermentescibles, et le

» Je constituai alors des milieux fermentescibles, dans lesquels il n'existait que trois sortes de substances : la matière pouvant fermenter, des sels minéraux convenablement choisis, en troisième lieu des germes du ferment. Par exemple, j'ai reconnu que le ferment du lactate de chaux était un vibrion. Eh bien! dans une solution de lactate de chaux cristallisé et très-pur, j'ajoute des phosphates d'ammoniaque, de magnésie et de potasse, de petites quantités de sulfate d'ammoniaque, et enfin le germe de ce vibrion ou ce vibrion tout formé. Dans l'intervalle de quelques jours, le lactate a intégralement disparu, et une multitude infinie de vibrions nouveaux ont pris naissance. Tant qu'il existe du lactate de chaux, les vibrions se multiplient et s'agitent dans la liqueur. Une fois que tout le lactate est décomposé, les vibrions tombent comme des cadavres au fond du vase. Les autres fermentations et toutes les levûres qui leur sont propres donnent lieu au même résultat, notamment la levûre de bière, par laquelle j'avais débuté dans cet ordre d'études. Toutefois, avec celle-ci, comme je l'ai expliqué longuement dans le Mémoire original, l'expérience est beaucoup plus délicate. Il faut multiplier les essais, parce que d'autres organismes peuvent intervenir et gêner le développement de la levûre que l'on a semée. Certains infusoires, la levûre lactique, des mucédinées diverses, trouvent aussi des aliments appropriés à leur vie dans le milieu minéral, et peuvent empêcher plus ou moins la multiplication du ferment alcoolique. Ce sont ces difficultés qui auront arrêté M. Liebig et qu'il n'aura pas su lever. Mais comment M. Liebig n'a-t-il pas remarqué que ces obstacles mêmes sont une preuve nouvelle de la vérité qu'il conteste? Est-ce que la naissance de la levûre lactique dans le milieu minéral sucré n'a pas, au point de vue général, la même signification que celle de la levûre de bière? Sans doute, le milieu minéral que j'emploie dans cette expérience ne donne pas un développement de levûre de bière comparable, à beaucoup près, avec ce que l'on obtient en semant de la levûre dans du moût de bière, ou dans l'eau sucrée à laquelle on a ajouté des matières albuminoïdes, mais je n'ai pas eu la prétention, comme le voudrait M. Liebig, de donner à l'industrie un moyen pratique de fabriquer en grand la levûre de bière, quoique je sois loin de penser que j'échouerais dans cette entreprise d'une manière néces-

---

e résultat est le même; mais vient-on à déposer dans ces liquides une parcelle des poussières qui recouvrent les parois extérieures, dans l'intervalle de quelques jours altérations ou fermentations diverses apparaissent toujours à la suite de cellules vivantes provenant de germes que la poussière a apportés avec elle.

saire, si je la tentais, surtout depuis la publication du beau Mémoire de M. Raulin sur la nutrition des Mucédinées. Je maintiens, en un mot, la rigoureuse exactitude de mon expérience.

» J'arrive maintenant à la seconde négation de M. Liebig. Elle est relative à la fermentation acétique.

» L'Académie se rappelle, sans doute, que j'ai établi le premier la théorie complète de l'acétification, et qu'il est résulté de mon travail un procédé industriel nouveau de fabrication du vinaigre, appliqué aujourd'hui sur la plus grande échelle. Ses avantages sont considérables, sous le rapport de la rapidité et de l'économie, et la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale a décerné récemment un de ses prix à l'industriel qui a monté la première fabrique de vinaigre par ce procédé.

» Le principe en est très-simple : toutes les fois que du vin se transforme en vinaigre, c'est par l'action d'un voile de *mycoderma aceti* développé à sa surface. Il n'existe pas, selon moi, dans un pays quelconque, une goutte de vin, aigri spontanément, au contact de l'air, sans que le *mycoderma aceti* n'ait été présent au préalable. Ce petit végétal microscopique a la faculté de condenser l'oxygène de l'air à la manière du noir de platine ou des globules du sang, et de porter cet oxygène sur les matières sous-jacentes. Je crois avoir établi, d'autre part, que dans le procédé de fabrication désigné sous le nom de *procédé allemand*, les copeaux de bois ou les morceaux de charbon placés dans les tonneaux d'acétification ne sont que des supports pour le *mycoderma aceti*, et qu'ils n'interviennent pas dans le phénomène chimique par leur porosité, comme on le croyait avant la publication de mon Mémoire.

» M. Liebig nie formellement l'exactitude de ces assertions : « Avec » l'alcool dilué, qui sert à la fabrication rapide du vinaigre, dit M. Liebig, » les éléments de nutrition du *mycoderma* sont exclus et le vinaigre se fait » sans leur intervention. » M. Liebig nous apprend, en outre, qu'il a consulté le chef d'une des plus grandes fabriques d'acide acétique et des mieux conduites qui soient en Allemagne, M. Riemershmied; que, dans sa fabrique, l'alcool dilué ne reçoit, pendant tout le cours de sa transformation, aucune addition étrangère, et qu'en dehors de l'air et des surfaces de bois et de charbon, rien ne peut agir sur cet alcool; que M. Riemershmied ne croit pas à la présence du *mycoderma aceti;* enfin, M. Liebig n'a vu aucune trace de mycoderme sur des copeaux de bois qui servent depuis vingt-cinq ans dans la fabrique dont il s'agit. Certes, voilà une argumentation qui paraît bien décisive; on ne comprend pas, en effet, la naissance d'une plante renfermant nécessairement, selon moi, des éléments minéraux, et

qui serait produite, comme l'affirme M. Liebig, avec des substances qui n'en contiennent pas. Déjà, dans la discussion relative à la levûre de bière, dans la première partie de son Mémoire, M. Liebig prétend que je crois faire de la levûre de bière, qui renferme du soufre, en dehors de la présence d'une combinaison où ce corps simple se trouve engagé. Dans l'un et l'autre cas, M. Liebig se trompe; les cendres de levûre qui me servent comme milieu minéral, contiennent des sulfates, et quant à l'alcool dilué dont parle M. Liebig, comment n'a-t-il pas remarqué que cet alcool est dilué avec de l'eau ordinaire, qui renferme tous les éléments minéraux nécessaires à la vie du *mycoderma aceti*. Je maintiens donc encore l'exactitude rigoureuse de mes expériences sur la fermentation acétique. Mais comment éclairer le public ? Comment sortir de l'embarras que soulèvent ces affirmations contradictoires également honorables ? Voici le moyen que j'offre à M. Liebig. Il choisira officieusement, dans le sein de l'Académie, un ou plusieurs de ses Membres, en leur demandant de se prononcer entre lui et moi. En leur présence, et avec des substances que M. Liebig pourra fournir lui-même, je reproduirai les deux expériences capitales dont M. Liebig conteste la vérité. Je préparerai, dans un milieu minéral, autant de levûre de bière que M. Liebig pourra raisonnablement en demander, à la condition toutefois qu'il veuille bien faire la dépense des expériences. S'il le désire même, et toujours à cette condition, je pourrai préparer quelques kilogrammes de chair de vibrions, dont tout le carbone, tout l'azote, tout le soufre, tout le phosphore, toutes les matières grasses, cellulosiques et autres, sortiront exclusivement d'un milieu à principes minéraux cristallisables et de la matière organique fermentescible. Quant à la présence du *mycoderma aceti* sur les copeaux de hêtre, je propose à M. Liebig de prélever, dans la fabrique de Munich précitée, quelques copeaux de bois, de les faire sécher rapidement dans une étuve et de les envoyer tels quels à Paris, à la Commission dont il s'agit. Je me charge de montrer à ses Membres, à la surface de ces copeaux, la présence du mycoderme.

» Il y aurait encore un moyen plus simple peut-être de convaincre M. Liebig de la vérité sur ce dernier point. Pour ma part je n'ai jamais fait l'expérience, mais c'est le propre des théories vraies de donner lieu à des déductions logiques dont la vérité peut être affirmée *à priori*. Que M. Liebig prie M. Riemershmied de vouloir bien remplir un de ses tonneaux en activité depuis longtemps, et qui donnent lieu chaque jour, comme il nous l'apprend, à l'équivalent en acide acétique de 3 litres d'alcool absolu, de vouloir bien, dis-je, remplir ce tonneau d'eau bouillante

pendant une demi-heure au plus; puis, après avoir fait écouler cette eau au dehors, de remettre en marche le tonneau.

» D'après la théorie de M. Liebig, le tonneau devra fonctionner tout comme auparavant, et moi j'affirme qu'il ne fera plus du tout de vinaigre, au moins pendant très-longtemps, et jusqu'à ce que de nouveaux mycodermes aient pris naissance à la surface des copeaux. L'eau bouillante aura tué l'ancien champignon. »

M. le Président propose à l'Académie de s'engager à supporter la dépense des expériences que pourra nécessiter la solution des questions soulevées par cette discussion. L'Académie adopte la proposition de M. le Président.

M. Fremy, après avoir entendu la lecture faite par M. Pasteur, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Pour faire comprendre à l'Académie mon intervention dans le grand débat relatif à la formation des ferments, qui s'agite depuis si longtemps, je crois devoir rappeler que cette question m'occupe depuis un grand nombre d'années; je la traitais déjà dans un Mémoire sur la *fermentation lactique*, que j'ai publié en 1841, avec M. Boutron, c'est-à-dire à une époque où notre savant confrère M. Pasteur entrait à peine dans la science.

» Comme je conserve encore aujourd'hui les opinions que j'ai émises, il y a trente années, sur la production des ferments, je demande la permission de reproduire ici presque textuellement quelques-uns des principes que nous avons établis dans le Mémoire sur la fermentation lactique.

» Nous avons démontré d'abord que la production de l'acide lactique, dans le lait qui s'aigrit, est due à un phénomène de fermentation que nous avons désigné sous le nom de *fermentation lactique*.

» Il résulte de nos expériences que, dans cette fermentation, c'est le sucre de lait qui est l'élément fermentescible; tandis que le ferment, bien différent de la levûre, dérive de la matière caséeuse; nous l'avons désigné sous le nom de *ferment lactique*. On trouve donc déjà, dans ce Mémoire, une distinction posée nettement entre le ferment alcoolique et le ferment lactique.

» Nous avons établi, en outre, dans le même travail, que la fermentation n'est pas un fait isolé qui s'applique particulièrement à la décomposition que le sucre éprouve quand on le met en présence de la levûre de bière; mais que c'est une réaction qui paraît générale et qui s'étend à un grand

nombre de corps organiques. Un même ferment n'est pas propre à déterminer des fermentations différentes : chaque substance fermentescible demande, pour fermenter, un agent spécial de décomposition; mais une même substance albumineuse peut former, suivant les circonstances, des ferments différents : c'est ainsi que le caséum produit tantôt du ferment alcoolique, tantôt du ferment lactique, tantôt du ferment butyrique.

» On voit que ces opinions sont bien différentes de celles que M. Pasteur a développées dans ses travaux, puisque nous faisons dériver le ferment alcoolique et le ferment lactique d'une substance albumineuse : pour ne parler ici que de la fermentation alcoolique, j'admets que, dans la production du vin, c'est le suc même du fruit qui, au contact de l'air, donne naissance aux grains de levûre par la transformation de la matière albumineuse, tandis que M. Pasteur soutient que les grains de levûre ont été produits par des germes.

» J'avais préparé depuis longtemps, sur ces importantes questions, un Mémoire que j'ai fait lire à plusieurs de nos confrères : en entendant M. Pasteur énoncer de nouveau, sur la fermentation, des idées que je ne partage pas, j'ai cru devoir poser à mon savant confrère la question suivante, qui paraît restreinte, mais qui, pour moi, domine et comprend toutes celles qui se rapportent à la production des ferments.

» On sait qu'un suc de raisin filtré avec soin et parfaitement clair entre en fermentation lorsqu'il est exposé à l'air et donne naissance à une quantité considérable de grains de levûre.

» J'ai demandé à M. Pasteur comment il expliquait la production du ferment alcoolique, dans la circonstance que je viens de préciser.

» A cette question, M. Pasteur a répondu sans hésitation que les grains de levûre sont produits par les germes de levûre qui existent dans l'air et qui tombent dans le suc du raisin.

» Ainsi M. Pasteur admet encore aujourd'hui, et c'est précisément ce que je voulais connaître, que l'air atmosphérique contient en si grande quantité des germes de levûre, que, dans toutes les localités, et probablement à toutes les hauteurs, au moment où un suc de fruit est exposé à l'air il y tombe un germe de levûre qui le fait fermenter.

» Après avoir entendu cette réponse de notre savant confrère, des objections de toute nature se sont présentées à mon esprit; je me suis borné à lui soumettre une difficulté que j'ai empruntée à ses propres expériences :

« Vous avez admis autrefois, et vous venez de le répéter encore devant » l'Académie, ai-je dit à M. Pasteur, que des germes de levûre peuvent se

» développer dans une liqueur qui contient du sucre, des phosphates et » des sels ammoniacaux.

» Nous avons donc ainsi, d'après vous, un réactif des germes de levûre » qui heureusement est indépendant de toute organisation végétale.

» Eh bien! pour me faire accepter votre théorie, il faudrait me prouver » qu'une dissolution de sucre dans laquelle vous introduirez des sels am- » moniacaux et des phosphates entrera en fermentation par le seul contact » de l'air qui apportera les germes de levûre : pour ma part, j'ai souvent » disposé cette expérience, et je n'ai jamais constaté dans une pareille » liqueur l'apparence d'une fermentation alcoolique. »

» A cette objection, M. Pasteur m'a répondu que si je n'avais pas constaté de fermentation alcoolique dans les expériences que j'ai faites, c'est qu'il se formait dans le liquide une autre fermentation qui empêchait la levûre de se produire.

» Je n'accepte en aucune façon cette explication : mais avant d'aller plus loin, j'attendrai la réponse imprimée que notre savant confrère a bien voulu me promettre : seulement, je le supplie, dans cette discussion, de ne pas confondre les faits qui se rapportent au développement des moisissures avec ceux qui appartiennent à la production de la levûre.

» Je tiens en ce moment à ne pas m'écarter des phénomènes précis qui concernent la formation des grains de levûre.

» La question à résoudre, que je considère comme fondamentale dans la théorie de la fermentation, peut donc être résumée dans les termes suivants :

» M. Pasteur admet dans l'air l'existence des germes de levûre et explique ainsi la production du ferment alcoolique dans un suc de raisin exposé à l'air : quant à moi, je soutiens que l'air n'apporte pas de germes de levûre dans un suc végétal fermentescible, et que c'est la matière albumineuse du suc végétal qui, au contact de l'air, se transforme en levûre.

» Telle est la question que nous devons discuter d'abord : nous l'étendrons ensuite, et nous l'appliquerons à d'autres fermentations lorsque le premier point sera bien établi.

» Que mon savant confrère me permette de lui dire, en terminant, que, dans cette discussion dont je comprends toute la portée, je n'apporte ni parti pris, ni passion; je me laisse guider par le seul désir de connaître la vérité; si ses démonstrations me paraissent rigoureuses, je serai le premier à le reconnaître et à m'avouer vaincu.

» Il faut savoir enfin si, comme le pense M. Pasteur, l'air atmosphérique

contient réellement les germes de tous les ferments, et si, en les semant dans les liqueurs fermentescibles, il devient la cause des fermentations : quant à moi, tout en admettant dans l'air la présence des corps solides qu'un rayon de soleil m'y fait voir, je suis loin de lui attribuer la fécondité que M. Pasteur lui suppose. »

M. **Pasteur** répond :

« Je viens de dire à M. Liebig que c'est déjà une expérience très-délicate que de faire développer la levûre de bière dans un milieu minéral sucré *que l'on ensemence directement*, parce que le milieu dont il s'agit est bien plus propre, plus fertile pour diverses productions organisées que pour la levûre de bière elle-même. Ces productions envahissent les premières le terrain, et la levûre ne peut plus se former commodément. M. Fremy, plus difficile encore que la nature, veut que je répète l'expérience sans rien semer directement dans la liqueur. M. Fremy sait-il ce qu'il demande? C'est, à peu près, de faire pousser du blé sur un terrain couvert d'autres plantes, ce terrain étant fertile pour ces plantes et ne l'étant pas pour le blé. La question posée par M. Fremy n'est pas une objection. Elle ne dit rien qui soutienne la théorie de M. Liebig, qui est celle que M. Fremy a exposée et accrue dans son ancien Mémoire sur la fermentation lactique. M. Fremy demande la solution d'un problème dont j'ai indiqué le premier la difficulté, et qu'on peut énoncer en ces termes : « Trouver un milieu minéral sucré » qui soit tout aussi propre à la naissance et au développement des levûres » alcooliques que le moût naturel du raisin lui-même. »

» Ce problème n'est pas insoluble, mais il exige de longues recherches. En effet, M. Fremy ne peut ignorer qu'avec le jus naturel de la betterave elle-même, ce qu'il me demande serait difficile à faire. Ne sait-il pas, d'ailleurs, qu'il a fallu à M. Raulin six années des recherches les plus assidues pour arriver à constituer un milieu minéral sucré, qui fût autant et même plus fertile pour une moisissure que les milieux organiques naturels?

» Voilà ce que j'ai à répondre, sous le rapport pratique, à la difficulté soulevée par M. Fremy. Quant au point de vue général de notre sujet, cette question de M. Fremy est absolument sans valeur. Une levûre en vaut une autre à l'égard des principes et de la théorie. Il doit lui suffire que je puisse faire l'expérience qu'il réclame, pour la fermentation et la levûre lactique, pour la fermentation et la levûre butyrique, et pour diverses autres levûres et fermentations.

» Je regrette de trouver dans la Note ci-dessus de M. Fremy certaines

hérésies qu'il me prête gratuitement. Je n'ai jamais dit que « l'air atmo- » sphérique contient en si grande quantité des germes de levûre, que dans » toutes les localités, et probablement à toutes les hauteurs, au moment où » un suc de fruit est exposé à l'air, il y tombe un germe de levûre qui le » fait fermenter. » J'ai démontré le contraire avec une rigueur qui n'a jamais été contestée, mais je répète que dans une cuve de vendange on introduit forcément dans le jus tous les germes, soit de levûre, soit d'autres productions qui se trouvent à la surface des grains de raisin ou du bois de la grappe, ou dans l'air qui est présent pendant la manipulation, et enfin tous les germes qui se trouvent sur les parois des vases employés.

» Je termine en ajoutant que je considère comme erronées, autant qu'il est possible de le dire, les assertions suivantes de M. Fremy :

» 1° Le caséum produit tantôt du ferment alcoolique, tantôt du ferment lactique, tantôt du ferment butyrique;

» 2° Dans la production du vin, c'est le suc du fruit qui, au contact de l'air, produit les grains de levûre.

» Jamais M. Fremy n'a donné la moindre preuve de ces assertions, et toutes mes expériences protestent contre leur exactitude. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Disposition remarquable des stomates sur divers végétaux, et en particulier sur le pétiole des Fougères.* Note de **M. Trécul.**

« Je crois devoir rappeler qu'en 1843 j'ai indiqué l'existence des stomates dans l'intérieur de l'ovaire du *Cheiranthus Cheiri,* où on l'observe sur la cloison qui divise la cavité de cet organe.

» Il y a quelques mois, j'ai signalé également la présence d'un ou deux stomates à l'extrémité des processus piliformes que porte le *Philodendron crinipes*, et j'ai ajouté que l'on trouve ces stomates principalement sur les plus grands de ces processus qui ornent les organes stipulaires (*voyez* p. 18 et 158 de ce volume). Un exemple analogue m'a été fourni depuis par le *Philodendron Lindenianum*, dont le pétiole est garni de très-nombreux appendices piliformes longuement coniques. Ces sortes de papilles, qui ont jusqu'à six millimètres de longueur, sont insérées sur un épiderme dépourvu de stomates, mais hérissé d'une multitude de petites excroissances en forme de crêtes transversales, près desquelles ou sur lesquelles sont fixés les processus qui portent les stomates. Il y a quelquefois un stomate directement au sommet de ces poils composés; il termine alors la cavité intérieure qui renferme des gaz. D'autres fois ce stomate est à côté

du sommet, tandis que sur d'autres poils il est placé un peu plus bas. Sur les plus forts de ces processus, il y a quelques autres stomates à des hauteurs diverses, sur les surfaces latérales, et ils sont aussi en communication avec les lacunes pneumatophores centrales. Les plus grands de ces processus occupent la région supérieure du pétiole, et la longueur des autres décroît avec la hauteur à laquelle ils sont insérés sur le pétiole, de manière que vers la base de celui-ci il n'y a guère que les petites crêtes transversales décrites ci-dessus.

» J'ai mentionné aussi, dans le *Compte rendu* de la séance du 17 juillet dernier, des exemples de la présence des stomates sur les lignes saillantes latérales qui s'observent sur les pétioles de beaucoup de Fougères. J'apporte aujourd'hui de nouveaux faits en assez grand nombre, avec des modifications dans la distribution des stomates à la surface du pétiole de plantes appartenant à cette intéressante famille.

» Les botanistes savent, et j'en ai moi-même fait mention en 1869 (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 248 à 249), que les deux lignes latérales, rencontrées si souvent sur les feuilles, se montrent aussi sur les côtés du rhizome du *Pteris aquilina* (1). Mais, ce que personne n'a dit, c'est que ces lignes saillantes, pâles ou blanchâtres près du sommet de la tige, sont revêtues de très-nombreux stomates sur les parties jeunes de cette tige souterraine. Les cellules de ces stomates contiennent des grains amylacés que l'on ne rencontre plus dans les stomates de parties plus âgées, brunies, de ces lignes latérales proéminentes.

» Je crois être autorisé à faire remarquer que c'est la première fois que l'existence des stomates est indiquée sur des organes croissant sous la terre.

» Parmi les Fougères dont j'ai terminé l'étude anatomique, il en est une autre qui jouit du même caractère. C'est le *Dicksonia nitidula*. Son rhizome, qui rampe à la surface du sol, possède aussi les deux lignes latérales saillantes; et ces deux lignes, blanchâtres également dans les parties les plus jeunes, sont de même munies de nombreux stomates. Quelques-uns d'entre eux ne renferment que des grains amylacés dans leurs cellules constituantes; dans quelques autres l'amidon est accompagné d'un peu de chlorophylle.

---

(1) J'ai rappelé aussi la présence de ces lignes latérales sur quelques rhizomes de Fougères à la page 158 de ce volume.

» Je vais maintenant examiner la distribution des stomates sur les pétioles de diverses autres Fougères.

» Les lignes latérales qui, dans un grand nombre d'espèces, portent les stomates, sont *continues*, ou *çà et là interrompues*. Quand elles sont continues, elles peuvent être plus ou moins saillantes ou de niveau avec le reste de la surface de l'organe, ou bien elles sont proéminentes sur une partie de la longueur du pétiole et non proéminentes ou même enfoncées dans une faible dépression ou cannelure longitudinale, sur une autre partie ou même sur la totalité de la longueur de ce pétiole. Ne pouvant décrire ici en détail tout ce qui concerne les espèces que je vais citer, je me contenterai de nommer la plupart d'entre elles, en insistant seulement sur les exemples les plus remarquables.

» Parmi les plantes à lignes ou bandelettes pâles, *continues*, munies de nombreux stomates, je mentionnerai les *Nephrodium violascens, crinitum, filix-mas, villosum; Aspidium coriaceum, falcatum; Didymochlaena sinuosa; Asplenium Belangeri, fœniculaceum, bulbiferum; Onychium japonicum; Davallia canariensis, immersa, trichosticha; Dicksonia adiantoides; Pteris aquilina, longifolia; Lonchitis hirsuta; Blechnum brasiliense; Polypodium vulgare; Hemidictyum marginatum*.

» Chez plusieurs de ces espèces les bandelettes à stomates existent en outre entre les ramifications du rachis primaire et aussi des rachis secondaires, si la plante en est pourvue; et ces lignes stomatifères sont ordinairement continues avec la face inférieure des lames foliaires, laquelle face est seule munie de stomates, la supérieure en étant privée dans toutes les espèces nommées dans ce travail.

» Chez quelques Fougères, le pétiole et le rachis, ou seulement ce dernier, sont bordés d'une aile plus ou moins développée. Alors deux cas se présentent : 1° Si l'aile est de la nature des lames foliaires, possédant un parenchyme vert comme celles-ci, elle porte les stomates sur la face inférieure : tel est le cas pour l'*Osmunda regalis*, dont les rachis *secondaires* ont des ailes étroites, et pour l'*Asplenium cicutarium*, dont les ailes s'étendent sur le pétiole et sur le rachis primaire;

2° Si l'aile n'a point la constitution d'une lame foliaire, mais plutôt celle d'une sorte d'expansion épidermique, comme cela a lieu chez l'*Hemidictyum marginatum* et chez le *Davallia hemiptera*, la ligne stomatifère est placée, en arrière de l'insertion de cette aile, sur le pétiole et sur le rachis mêmes.

» Chez d'autres Fougères, les lignes stomatifères, continues, sont beau-

coup plus faibles, et les stomates par conséquent moins nombreux (*Aspidium uliginosum*, *Davallia tenuifolia*, *Pteris argyrea*, *cretica*, *Asplenium striatum*, *caudatum*, *Polypodium appendiculatum* Kl., *Phymatodes*, *Nephrolepis* divers, etc.).

» Sur les feuilles du *Cibotium Schiedei*, les deux lignes un peu proéminentes du pétiole et des rachis primaires et secondaires ont les stomates assez inégalement répartis; ils existent surtout sur les parties qui sont les plus saillantes.

» Chez d'autres plantes, les lignes latérales proéminentes, quoique continues et plus pâles que le reste du pétiole et du rachis, n'ont pas de stomates sur toute leur étendue; elles n'en possèdent que sur des parties un peu élargies en taches allongées, blanchâtres, dont chacune porte de onze à trente-huit de ces organes dans le *Dicksonia Culcita*, quelques-uns sur celles du *Nephrolepis platyotis*, seulement un ou deux sur les *Nephrolepis sesquipedalis*, *neglecta*, *davallioides*, *Polypodium Phymatodes*.

» Ces plantes, ainsi que le *Dicksonia antarctica*, opèrent une transition aux Fougères chez lesquelles les lignes stomatifères sont complétement interrompues. Elles sont telles chez les *Hemitelia horrida*, *obtusa*, *Cyathea serra*, etc., dont les stomates, en assez grand nombre, sont portés sur des taches allongées, saillantes, pâles, disposées latéralement en lignes interrompues par des espaces déprimés, concaves; ou, si l'on veut, les pétioles présentent de chaque côté une cannelure dans laquelle l'épiderme, de teinte foncée, est interrompu çà et là par des taches oblongues, proéminentes, pâles ou blanchâtres, dont chacune porte plusieurs stomates en nombre variable, suivant l'étendue de ces taches.

» En passant ainsi des plantes à lignes stomatifères pâles, continues, à des Fougères à lignes à stomates atténuées de distance en distance, puis à des espèces à lignes stomatifères tout à fait interrompues, nous arrivons à d'autres Fougères sur lesquelles il n'y a plus de lignes pâles latérales, mais sur les pétioles desquelles on trouve néanmoins des stomates plus ou moins nombreux dans la direction qu'occuperaient les lignes pâles si elles existaient.

» Les deux plantes suivantes offrent un autre mode de transition. Sur le *Nephrodium Thelypteris*, il y a encore des lignes vert pâle stomatifères entre les ramifications du rachis; mais ces lignes n'existent plus sur le pétiole proprement dit, où l'on ne trouve que des stomates fort rares.

» Le pétiole de l'*Aspidium Cunninghami* présente des lignes pâles latérales qui vont en s'affaiblissant de bas en haut, et qui disparaissent avant

d'avoir atteint l'insertion des pinnules inférieures. Des stomates peu nombreux existent sur ces lignes, et plus haut, même sur le rachis, on en trouve un de distance en distance dans les dépressions qui séparent les folioles.

» Les stomates sont en plus grand nombre dans les cannelures latérales des pétioles noirâtres du *Gymnogramme chrysophylla* et de l'*Adiantum trapeziforme*.

» Sur les côtés des pétioles uniformément noirs de l'*Adiantum polyphyllum*, chaque stomate occupe ordinairement le sommet d'une petite éminence ponctiforme.

» Chez le *Doryopteris pedata*, il y a aussi des stomates sur les côtés du pétiole, bien que des lignes latérales n'y soient pas accusées. Il en est de même chez la *Ceterach officinarum*, qui montre d'assez rares stomates dans la direction que ces lignes devraient occuper.

» Enfin, les pétioles de quelques Fougères sont tout à fait dépourvus de stomates. Tels sont ceux des *Scolopendrium officinale, Cistopteris bulbifera, Adiantum tenerum, Blechnum occidentale, Pteris serrulata*.

» Les stomates affectent chez l'*Osmunda regalis* une tout autre disposition que celles qui ont été signalées dans les plantes précédentes. En effet, sur le pétiole et sur le rachis sont éparses de très-petites taches pâles, allongées, sur le milieu de chacune desquelles est ordinairement un stomate.

» Ces petites taches rappellent celles que j'ai indiquées sur de nombreux végétaux dicotylédonés ligneux dans ma Communication sur l'*origine des lenticelles* (*voir* p. 17 de ce volume).

» Enfin, les plantes dont je vais parler maintenant rappellent les taches portant plusieurs stomates, que j'ai signalées dans le même travail sur les tiges des *Hedera Helix* (var. *regnoriana* et autres), *Populus canadensis, virginiana, ontariensis, Juglans regia*, *etc.* (p. 17 aussi).

» Sur la plus grande partie du pétiole des énormes feuilles des *Angiopteris evecta* et *Willinckii*, les stomates sont disséminés sur de très-nombreuses taches allongées, aiguës aux deux bouts, et plus vertes que le reste du tissu périphérique du pétiole âgé. Ces taches, qui portent de six à trente stomates, sont opposées à des interruptions de la couche fibroïde qui existe près de la surface de l'organe, de même que les lignes stomatifères latérales des plantes citées plus haut correspondent à une interruption longitudinale de la couche fibroïde similaire. Ces fentes, en forme de boutonnières chez les Marattiacées ici nommées, ont une étendue notablement plus grande que les taches stomatifères qui sont situées vis-à-vis.

» Des taches semblables s'observent aussi sur la face dorsale du rachis primaire, et il y en a également sur la face dorsale des rachis secondaires; elles sont en beaucoup plus petit nombre vers les sommets que dans les parties inférieures de ces rachis.

» Il est à remarquer qu'à partir d'une certaine distance au-dessous des ramifications les plus basses du rachis primaire, la disposition des stomates commence à être modifiée à la face supérieure : ces petits organes ne sont plus répartis sur des taches telles que celles qui viennent d'être décrites, ils sont distribués isolément sur toute la surface supérieure du rachis primaire et des rachis secondaires. J'ai même trouvé quelques stomates sur la face supérieure de quelques-unes des plus grandes folioles de l'*Angiopteris Willinckii*.

» Cette surface stomatifère antérieure ou supérieure ne subit pas de modification sur les côtés du rachis primaire proprement dit des feuilles des *Angiopteris evecta* et *Willinckii*, mais sur la partie supérieure qui porte des pinnules lamellaires, et est renflée à la base comme un rachis secondaire, il s'élève graduellement de bas en haut, sur les côtés, un bourrelet qui, vers le sommet, prend parfois la figure d'une aile commençante. Ce bourrelet est aussi très-prononcé sur les rachis secondaires des deux plantes nommées, et chez le *Marattia* (*Discostegia*) *alata* ces proéminences latérales prennent, dans les parties supérieures des deux ordres de rachis, les proportions d'une aile véritable, qui a valu son nom spécifique à la plante.

» Je ferai observer encore, en terminant, que les stomates de la face supérieure des rachis de ces *Marattiacées* ne correspondent pas à des interruptions de la couche fibroïde sous-jacente, comme les taches stomatifères de la face dorsale et de la partie inférieure du pétiole. C'est que sur la face supérieure des rachis, la strate parenchymateuse qui recouvre la couche fibreuse est de quelques rangées de cellules plus épaisse qu'ailleurs, et que les utricules internes de ce parenchyme contiennent une plus grande quantité de chlorophylle. Sur les côtés mêmes des rachis, sur les parties qui répondent aux lignes stomatifères des Fougères citées plus haut, il n'y a point d'interruption non plus dans les *Angiopteris evecta* et *Willinckii*, à moins que ce ne soit tout près du sommet, où les bourrelets latéraux prennent les dimensions d'une aile commençante. Il y a, au contraire, interruption de la couche fibroïde sur les côtés des rachis du *Marattia alata*, dans les parties où les bourrelets latéraux ont pris le développement d'une aile véritable. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Des conditions de résistance d'un volant.* Mémoire de **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Je ne connais, sur la résistance des volants, que l'aperçu qu'a donné Poncelet dans son *Cours* lithographié *de l'École d'application du génie et de l'artillerie*, relativement à la tendance à la rupture des bras à leur naissance. Cependant le problème peut se résoudre complétement, en faisant intervenir simultanément les hypothèses qui servent de base à la résistance des matériaux et le mode de calcul des pressions ou tensions élastiques employé dans la théorie mathématique de l'élasticité.

» Soient :

P le poids de l'anneau;
ρ_0 son rayon moyen;
σ sa tension méridienne;
2ε son épaisseur;
α le rayon du moyeu;
Ω la vitesse angulaire moyenne;
$\frac{\Omega}{u}$ l'écart maximum de la vitesse angulaire;
η la valeur maximum de l'accélération angulaire;
ν le nombre des bras et $\alpha = \frac{\pi}{\nu}$;
σ' leur section;
J le moment d'inertie de cette section par rapport à une parallèle à l'axe passant par son centre de gravité;
δ la largeur des bras;
Π le poids spécifique de la matière;
Γ la plus grande puissance élastique qu'on veut lui faire supporter;
g l'accélération de la pesanteur;
F la force de la machine en chevaux;
N le nombre de tours par minute;
μ le coefficient donné par la théorie des volants.

» Les équations dont on doit se servir pour déterminer les dimensions

de l'anneau et des bras sont

$$\mu \frac{u\mathrm{F}}{\mathrm{N}g}\left[1+\frac{\varepsilon}{\rho_0}\frac{1-\frac{\tang\alpha}{\alpha}\left(\frac{1}{3}-\frac{\alpha}{2\rho_0}\right)}{\frac{\tang\alpha}{\alpha}-1}\right]=\Gamma\sigma.2\pi\rho_0,$$

$$\delta\eta\left(\frac{\mathrm{P}\rho_0^2}{g\nu}+\frac{\Pi}{g}\sigma'\frac{\rho_0^3}{3}\right)=\mathrm{J}\Gamma. \text{ »}$$

M. **Dubois** adresse un complément à sa Note précédente sur le prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission nommée pour les Communications relatives à cette question.)

M. J. **Carvallo** soumet au jugement de l'Académie une Note relative à la duplication du cube.

L'auteur s'est proposé de trouver, à l'aide de la règle et du compas, deux limites ne différant l'une de l'autre que d'une quantité plus petite que toute grandeur donnée, et comprenant entre elles, soit le côté d'un cube double d'un cube donné, soit le côté d'un cube égal à la somme ou à la différence de deux cubes donnés, soit le côté d'un cube dont le rapport à un cube donné soit égal à celui de deux droites données.

(Commissaires : MM. Chasles, Bonnet, Puiseux.)

M. A. **Brachet** adresse une Note relative à une « Lunette dioptrique binoculaire achromatique ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

M. **Passot** adresse une Lettre relative à sa précédente Note sur la formation de la queue des comètes.

Cette Lettre sera soumise, ainsi que la Note dont il s'agit, à l'examen de M. Laugier.

M. J. **Morelli** adresse une Note relative à un projet de chemin de fer sur le Pas-de-Calais.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. J. **Morelli**, M. **Donovan** adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Roblin adresse une Note relative au Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie, le 9 octobre dernier, sous le titre « Ère des antédiluviens, et véritable longueur de l'année astronomique ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Le Verrier et Milne Edwards.)

CORRESPONDANCE.

La Société de Géographie informe l'Académie qu'elle tiendra sa deuxième Assemblée générale de 1871 le samedi 23 décembre.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *St. Meunier*, intitulé « Cours élémentaire de Géologie appliquée; lithologie pratique »;

2° Une brochure de M. *G. Govi* « sur l'invention de quelques étalons naturels de mesure »;

3° Une Note du P. *Denza*, imprimée en italien et portant pour titre « Programme des observations physiques qui doivent être exécutées dans le tunnel de Fréjus par MM. *A. Secchi, Diamilla-Muller* et le P. *Denza* ».

Cette dernière pièce sera transmise à la Commission nommée pour les Communications relatives à ces observations.

M. Resal prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Piobert*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Ch.-Sainte-Claire Deville donne communication de l'extrait suivant d'une Lettre qui lui est adressée par *M. Janssen :*

« A bord de l'*Oriental*, côte du Malabar, 19 novembre 1871.

» Nous voici dans l'Inde déjà depuis près de quinze jours. Nous sommes arrivés à Galle (Ceylan), le 5 novembre, après une magnifique traversée de vingt jours depuis Marseille. De Galle nous avons été à Colombo, puis à Kandy, au centre de l'île, où j'ai préparé les choses pour des envois d'animaux au Muséum.

» Le 15, nous avons pris le vapeur qui fait la côte de l'Inde, et qui nous porte sur la côte de Malabar, où sont les meilleures chances de beau temps en décembre; ce qui ne veut pas dire qu'elles soient très-nombreuses. C'est là que la principale Commission anglaise observera.

» J'ai fait des observations météorologiques pendant la traversée; je vous les enverrai pour les présenter à l'Académie et à la Société Météorologique. Le *thermomètre à pinceau* (1) fonctionne toujours parfaitement. »

Dépêches télégraphiques de M. Janssen. — Le télégramme suivant, expédié par M. Janssen, d'Octacamund (côte de Malabar), le mardi 12 décembre, à $5^h 20^m$ du soir, a été reçu au Secrétariat de l'Institut le mercredi 13, à 10 heures du matin :

« *Corona spectrum attesting matter farther than sun's atmosphere.*

» (Spectre de la Couronne attestant matière plus loin qu'atmosphère du Soleil.) »

Appendice.

Pendant que le présent numéro des *Comptes rendus* était sous presse, l'Académie a reçu de M. Janssen un nouveau télégramme, arrivé au Secrétariat le 19 décembre, à $11^h 25^m$ du matin ; le voici :

« Cotacamund, 18 décembre, à $1^h 6^m$ du soir.

» *Great hydrogenous atmosphere very rare beyond chromosphere.*

» (Grande atmosphère d'hydrogène très-rare au delà de la chromosphère.) »

M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu transmettre, de son côté, le 19 décembre, au Secrétariat de l'Académie, le télégramme suivant, qu'il a reçu directement de M. *Janssen* :

« Ootacanund, *Minister of public Instruction, Paris.*

» *Eclipse observed, important results.*

» (Éclipse observée, résultats importants.) »

N. B. — Le télégramme à l'Académie, du 12 décembre, porte très-distinctement *Octacamund*, et celui du 18 *Cotacamund.* Il est permis de croire que dans l'un des deux télégrammes l'ordre des deux premières

---

(1) Disposition imaginée par M. Janssen pour déterminer la température des eaux de la mer. (Ch. Ste-C. D.)

lettres o et c a été simplement interverti; mais quelle version choisir? Au Ministère de l'Instruction publique, on a écrit *Ootacamund*.

A la rigueur, les deux derniers télégrammes, n'ayant pas été lus dans la séance du 18 décembre, n'auraient pas dû être insérés dans le *Compte rendu* de cette séance; mais les Secrétaires ont pensé que les circonstances excuseraient cette dérogation exceptionnelle au Règlement.

M. Janssen, en déposant au bureau télégraphique, le lundi 18 décembre, à $1^h 6^m$ du soir, heure indienne, c'est-à-dire à 8 heures du matin, heure française, d'après la différence des longitudes, le télégramme adressé à l'Académie, a pu croire qu'il arriverait avant l'ouverture de la séance, qui a lieu à 3 heures; mais le télégramme, au lieu de parvenir en sept heures, est resté plus de vingt-sept heures en route, ce qui suppose qu'il a subi, dans les bureaux intermédiaires, des temps d'arrêt sur lesquels M. Janssen a pu ne pas compter. É. D. B.

MÉCANIQUE. — *Sur la transformation du potentiel par rayons vecteurs réciproques*. Note de **M. Haton de la Goupillière**, présentée par M. Combes.

« Je me propose ici d'apprécier les résultats de la transformation par rayons vecteurs réciproques

$$rr' = k^2,$$

appliquée à un potentiel quelconque. J'envisagerai pour cela, en premier lieu, le potentiel cylindrique, c'est-à-dire celui d'un système de droites parallèles, en ne considérant suivant l'usage, que les pieds de ces dernières et non les droites elles-mêmes. *Le résultat est encore un pareil potentiel, et le nouveau système matériel est alors formé des masses du proposé, transportées sans altération aux points réciproques, et, en outre, d'un centre additionnel résultant de la condensation au pôle de toutes ces masses, en rendant attractives celles qui sont répulsives, et réciproquement.* Le potentiel cylindrique a, en effet, pour expression générale

$$\Sigma m \log \delta,$$

si δ représente la distance du point attiré au centre de masse m. Désignons de même par R et r, les distances du pôle au centre d'action et au point matériel. Les triangles $\delta \mathrm{R} r$, $\delta' \mathrm{R}' r'$ seront semblables dans les deux figures, et donneront

$$(1) \qquad \frac{\delta}{r} = \frac{\delta'}{\mathrm{R}'}, \quad \delta = \frac{k^2}{\mathrm{R}'}\frac{\delta'}{r'}.$$

En substituant cette valeur et supprimant les termes constants qui sont sans influence pour les usages auxquels est employé le potentiel, il vient

$$\Sigma m \log \delta' - \log r' \Sigma m,$$

ce qui démontre l'énoncé ci-dessus.

» Il convient de signaler, en particulier, *le cas où le système proposé renfermerait une somme égale de masses attractives et répulsives, distribuées du reste d'une manière quelconque : le centre additionnel s'évanouit alors de lui-même, et l'on n'a plus qu'à transformer par rayons réciproques le système matériel proposé, sans en altérer les masses*. C'est ce qui arrivera notamment, toutes les fois que l'on redoublera la transformation avec un nouveau pôle quelconque. En se servant en particulier du même pôle, on reproduit le système proposé, car la masse additionnelle de la première transformation se trouve reportée à l'infini par la seconde, et peut être supprimée, puisqu'elle demeure sans action dynamique sur le point matériel.

» J'indiquerai deux vérifications de ces principes, en remarquant qu'il suffit de faire cette constatation pour les trajectoires orthogonales des courbes de niveau, et non pour ces dernières directement. En effet, ce genre de transformation n'altérant pas les angles, si les trajectoires orthogonales se correspondent dans les deux figures, il en sera de même des courbes de niveau. Si l'on envisage d'abord un centre unique, la règle précédente en déduit un système de deux centres égaux, l'un attractif, l'autre répulsif. Et en effet, les trajectoires du premier système étant des droites divergentes, leurs transformées seront des cercles passant d'une part au pôle comme conjuguées de lignes droites, et en second lieu, par le transformé de l'ancien centre où se croisent les proposées. Et tel est, par le fait, le système des trajectoires orthogonales de ce potentiel étudié en détail par Lamé.

» Considérons, en second lieu, ce dernier potentiel avec un pôle quelconque de transformation. Il rentre dans le cas où le centre additionnel s'évanouit de lui-même. Le transformé aura donc une constitution identique, et, par suite, le réseau peut changer de place et de dimensions, mais non de forme, par l'opération. En effet, les cercles passant aux deux points fixes se changeront en d'autres cercles, qui se croiseront encore aux transformés des anciens centres.

» Envisageons maintenant le potentiel général dans l'espace à trois dimensions. On sait qu'une fonction isotherme perd cette propriété dans la transformation par rayons réciproques, mais que, d'un autre côté, le produit d'une pareille fonction par le rayon vecteur devient isotherme par cette

opération. J'ai de plus montré (*Journal de l'École Polytechnique*, t. XXV, p. 197), que cette méthode de déformation, à la fois géométrique et thermique, est seule capable d'un tel résultat. Tout potentiel étant une fonction isotherme dans la loi de gravitation, ne saurait donc rester un potentiel après la transformation. Mais son produit par le rayon vecteur devenant isotherme par cette opération, il y a lieu de se poser à son égard, et seulement pour cette fonction, la même question que ci-dessus. Je formulerai à cet égard l'énoncé suivant : *La transformée du produit d'un potentiel par le rayon vecteur est le potentiel d'un système matériel, que l'on obtient en modifiant les masses et leurs rayons, en raison inverse de ces mêmes rayons vecteurs.* En effet, le potentiel a pour expression générale

$$\sum \frac{m}{\delta};$$

son produit par le rayon vecteur du point attiré

$$\sum m \frac{r}{\delta},$$

ou d'après la formule (1)

$$\sum \frac{m R'}{\delta'} = \sum \frac{m'}{\delta'}.$$

On reforme ainsi une expression analogue avec des masses m', qui sont le produit des anciennes m par leurs nouveaux rayons R', ou leur quotient par les anciens R. On retrouve ainsi inversement comme seul possible, le mode de déformation imaginé directement par M. Villié, dans sa Thèse.

» Si l'on considère enfin un potentiel non isotherme relatif, non plus à la gravitation, mais à une loi d'attraction suivant une puissance quelconque de la distance, on établira de même le théorème suivant : *Si l'on divise par la puissance* $n+1$ *du rayon vecteur le potentiel relatif à une loi d'attraction suivant la puissance* n *de la distance, le résultat transformé par rayons vecteurs réciproques est le potentiel pour la même loi d'un système matériel dérivé du précédent en transposant les centres suivant la règle des rayons réciproques, et modifiant, en outre, les masses elles-mêmes dans le rapport de l'unité à la* $(n+1)^e$ *puissance de leurs anciennes distances au pôle.*

» Faisons toutefois *une exception pour la loi d'attraction en raison inverse de la simple distance.* Le potentiel cesse alors d'être algébrique. Il devient logarithmique, et *l'on doit lui appliquer la règle toute différente qui a été donnée en commençant pour le potentiel cylindrique de la loi de gravitation.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les droites qui satisfont à des conditions données.* Note de **M. Halphen**, présentée par M. Chasles.

« I. Une droite, étant déterminée par *quatre* conditions, peut être assujettie à des conditions simples, doubles, triples, quadruples.

» Quand des droites satisfont à une condition *simple*, il y en a un nombre fini passant par un point donné et situées dans un plan contenant ce point. Nous appellerons ce nombre le *degré* de la condition simple.

» Quand des droites satisfont à une condition *double*, il y en a un nombre fini dans un plan donné. Ce nombre est l'*ordre* de la condition double. Il y a un nombre fini des mêmes droites passant par un point donné. C'est la *classe* de la condition. Si la condition *double* se compose de deux conditions *simples* séparées, ces deux nombres, *ordre* et *classe*, sont égaux tous deux au produit des degrés des deux conditions *simples*.

» Quand des droites satisfont à une condition triple, elles forment une surface gauche. Le *degré* de cette surface marque le nombre de ces droites qui rencontrent une droite donnée.

» Quand des droites sont déterminées par des conditions données, composées d'au moins *deux* groupes séparés, leur nombre est une fonction des éléments caractéristiques de ces conditions. La recherche de ce nombre peut se réduire à *deux* cas :

» 1° Les droites satisfont à une *condition triple* et à une *simple;*

» 2° Les droites satisfont à *deux doubles conditions.*

» Je me propose ici de montrer que le premier de ces deux problèmes est résolu par le théorème suivant :

» THÉORÈME. — *Le nombre des génératrices rectilignes d'une surface réglée, qui satisfont à une condition simple, est le produit du degré de la surface par le degré de la condition.*

» Je vais démontrer ce théorème.

» II. Soit O un point fixe dans un plan fixe P. Considérons une droite quelconque D, et, dans le plan de cette droite et du point O, la perpendiculaire menée en ce point à l'intersection des deux plans. Soit Ω le point de rencontre de cette perpendiculaire et de la droite D.

» Soit une surface réglée Σ, de degré p. Appliquons la construction ci-dessus, le point O et le plan P restant fixes à toutes les génératrices rectilignes D de la surface Σ. Le lieu des points Ω est une ligne L de cette surface, et dont le degré est $2p$.

» En effet, il est clair, tout d'abord, que les p génératrices D de la sur-

face Σ, qui rencontrent la perpendiculaire A élevée en O au plan P, ont leurs points Ω sur cette droite. En second lieu, si l'on mène par A un plan quelconque, on voit que les droites D qui ont leurs points Ω dans ce plan, en dehors de A, sont celles qui rencontrent le rayon mené de O, dans le plan P, perpendiculairement au plan considéré. Leur nombre est également p. Donc tout plan mené par A rencontre la courbe L en $2p$ points. Tel est donc le degré de L.

» On pourrait remarquer aussi que les seuls points de la ligne L dans le plan P sont sur les asymptotes des cercles de ce plan et de centre O, sur chacune desquelles se trouvent p points de cette ligne.

» A chaque point Ω de la ligne L *correspond* un plan mené par $O\Omega$, dont la trace sur le plan P est perpendiculaire à cette droite, et qui contient une droite D de la surface Σ.

» Considérons maintenant, parmi les droites qui satisfont à une condition *simple*, de degré m, celles D_1, qui, passant par un point Ω, sont dans le plan correspondant. D'après la définition du *degré* m, le nombre de ces droites est m. Elles forment, avec la droite D, m couples de droites *conjuguées* (D, D_1).

» Sur un rayon issu de O, dans le plan P, se trouvent les traces de p droites D et de mp droites conjuguées D_1. De plus, il y a $2mp$ droites D_1 passant au point O : ce sont les arêtes du cône, de degré m, lieu des droites satisfaisant à la condition de degré m et passant au point O, qui rencontrent la ligne L. Par conséquent, toute droite issue de O, dans le plan P, rencontre la surface Σ_1 des droites D_1 en $3mp$ points. Tel est donc le degré de cette surface.

» Il est clair que, parmi les couples de droites *conjuguées* (D, D_1) se trouve chacun de ceux composés de ces droites *confondues*, c'est-à-dire de droites D satisfaisant à la condition simple donnée. Chaque couple de droites *conjuguées* ayant un point Ω commun, on aura le nombre des couples de droites *conjuguées confondues*, par celui des couples de droites *dont les traces sur le plan* P *sont confondues*, diminué de celui des couples dont le point Ω est dans le plan P.

» Soient x, y les distances des projections, sur un axe du plan P, des traces de deux droites conjuguées, à une origine sur cet axe. A une valeur de x (projection de la droite D) répondent p droites D, et par suite mp couples de droites conjugés, ou mp valeurs de y (projection de D_1). A une valeur de y, répondent $3mp$ droites D_1, par suite $3mp$ valeurs de x. Il y a donc $4mp$ systèmes de valeurs x, y égales.

» Parmi ces systèmes, il y en a mp qui correspondent à des couples de droites conjuguées dont les traces sont sur la perpendiculaire menée par O à l'axe.

» Il y en a $2mp$ dont les points Ω sont dans le plan P. Ces points sont les $2p$ points de la ligne L dans le plan P, à chacun desquels correspondent m couples.

» Il reste donc, en tout, mp couples de droites *conjuguées confondues*, ce qui démontre le théorème annoncé.

» III. *Remarques.* — 1° Le théorème est évident quand la condition simple consiste en ce que les droites rencontrent une courbe de degré m.

» 2° La considération de la ligne L d'une surface Σ peut servir à démontrer ce théorème : *Deux surfaces gauches corrélatives ont des lignes doubles de même degré.*

» En effet, la ligne L correspond *point à point* à une section plane de la surface Σ. D'autre part, on peut mener du point O la droite A, perpendiculaire au plan P, rencontrant cette courbe en p points; et, de même, les deux asymptotes des cercles du plan P et de centre O, rencontrant chacune cette courbe en p points, et, en plus, des droites rencontrant cette courbe en deux points, autant de fois qu'il y a de plans passant par O et contenant deux droites D de la surface Σ. Par conséquent, en appliquant à la ligne L et à une section de la surface Σ le théorème de la *correspondance*, et en désignant par s le nombre des points doubles de cette section, par s' le nombre des plans menés par O et contenant deux droites D, on aura

$$p(p-3) - 2s = 2p(2p-3) - 2s' - 3p(p-1) \quad \text{ou} \quad s = s'.$$

» D'ailleurs s' n'est autre chose que le nombre des points doubles des sections de la surface corrélative de Σ. Donc le théorème est démontré.

» Cette propriété est d'ailleurs fort évidente si l'on considère que deux sections planes de surfaces gauches corrélatives sont des courbes se correspondant point à point et de même degré. Elles sont, par suite, de la même classe.

» 3° Je terminerai en citant les valeurs des *degrés* de quelques conditions *simples :*

» Droites rencontrant sous un angle donné une surface de degré p et dont les sections sont de la classe q,

$$m = 2(p+q);$$

» Droites rencontrant sous des angles égaux deux surfaces de degrés p, p',

et dont les sections sont de classes q et q',

$$m = 2(pp' + pq' + p'q);$$

» Droites rencontrant sous *deux* angles égaux une surface de degré p, et dont les sections sont de classe q,

$$m = p(p-1) + 2p(2q-1);$$

» Etc..... »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des diverses couleurs sur la végétation.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les faits singuliers rapportés dans la dernière Communication de M. Pöey, et surtout les conséquences qu'il a cru pouvoir en tirer, me déterminent à entretenir l'Académie, plus tôt que je ne l'avais projeté, du résultat d'expériences entreprises l'année dernière sur l'influence que la lumière diversement colorée exerce sur les êtres vivants.

» Relativement aux animaux, sujet très-délicat et encore à peine effleuré, je dirai seulement que j'ai constaté que les très-jeunes larves d'Axolotl, élevées sous un verre jaune-orangé, sont devenues beaucoup moins pigmentées que celles qui recevaient la lumière blanche à travers un verre dépoli.

» Mais, relativement au règne végétal, mes résultats sont plus complets et plus intéressants. J'ai placé, sous de grands châssis garnis de verres de différentes couleurs, vingt-cinq espèces de plantes appartenant à presque autant de familles végétales : il y avait des plantes de grand soleil (Bouillon-blanc, Mille-feuilles, etc.); d'autres vivant à l'ombre (Violette, etc.); des plantes grasses (Joubarbes, Cactées); des Cryptogames vertes (Mousse, Séaginelle, Capillaire); des plantes fortement colorées en rouge (*Perilla*); des Sapins. Les végétaux d'une même espèce étaient de même taille, provenant d'un même semis. L'un des châssis était garni de verres ordinaires, un autre de vitres blanches dépolies, un troisième de verres bien noircis, un quatrième était vitré de rouge, un cinquième de jaune, un sixième de vert, un septième de bleu. Examiné au spectroscope, avec un faible bec de gaz, le verre rouge était sensiblement monochromatique; le verre jaune laissait passer le spectre entier avec éclat relatif plus grand de la région jaune; avec le verre vert, les régions non vertes étaient très-affaiblies, surtout la région bleue-violette; le verre bleu arrêtait tout, sauf le bleu et le violet, laissant à peine voir le rouge. Les châssis furent exposés de manière à ne jamais recevoir les rayons directs du soleil; dans cette condition, les verres pou-

vaient, sauf le jaune, être considérés comme à peu près monochromatiques.

» Les plantations, ayant été faites à l'avance, furent recouvertes avec les châssis le 20 juin. Le 24 juin, je semai sous chaque châssis plusieurs espèces de graines à germination rapide, qui parurent sortir de terre en même temps partout.

» Dès le 15 juillet, les plantes de grand soleil sont mortes dans les châssis noir et vert; elles sont malades dans les autres châssis colorés, surtout sous les verres rouges; les autres plantes sont toutes malades. La mortalité va toujours en augmentant : le 2 août, tout est mort dans le châssis obscur, sauf le Cactus, la *Lemna*, les Sapins, la Sélaginelle et la Capillaire, qui sont fort malades; les végétaux placés sous le châssis vert sont morts également, à l'exception du Géranium, du Céleri, de la Joubarbe et des plantes qui vivent encore dans le châssis obscur : le tout est fort mal en point. La mortalité est moindre dans le châssis rouge, moindre encore dans les châssis bleu et jaune. Les *Perilla*, mortes dans le noir et le vert, ont perdu tout à fait leur couleur rouge dans les autres chassis colorés. Des plantes en pots, dont on examine les racines, montrent ces organes très-grêles dans les châssis noir et vert, moins dans le rouge, assez fournis dans le jaune et le bleu, et très-abondants dans les châssis à vitres blanches. Le 20 août, la situation a notablement empiré. Il ne reste plus vivants, mais malades, sous les verres noirs et verts, que les Acotylédonés; ceux-ci sont même malades sous le verre rouge, mais ils vont assez bien sous le jaune et le bleu; quant aux autres plantes, le rouge leur a été évidemment plus nuisible que les deux autres couleurs.

» En examinant les choses de près, on voit que les végétaux placés dans le rouge se sont beaucoup plus allongés que dans le jaune et surtout que dans le bleu; mais leur tige est peu vigoureuse. Les plantes grasses sont plus étiolées dans le jaune que dans le bleu : sous l'influence de cette dernière couleur, les plantes ont conservé pendant longtemps une teinte verte naturelle, plus foncée même que dans le jaune, et une certaine apparence de santé. Les semis qui ont disparu très-vite dans le noir et dans le vert, puis dans le rouge, se sont mieux comportés dans le bleu que dans le jaune. Ajoutons enfin que, dans les châssis non colorés, tout a continué de vivre et de grandir, un peu moins vigoureusement sous le verre dépoli que sous le verre ordinaire.

» Si l'on tient compte de ceci que le verre jaune était d'un tiers moins

épais que le verre bleu et qu'il laissait passer beaucoup de rayons d'une autre couleur que le jaune, tandis que le bleu était presque monochromatique, on en arrive à conclure :

» 1° Que la couleur *verte* est presque aussi funeste pour les végétaux que l'obscurité; c'est ce que j'avais déjà vu dans mes expériences sur la Sensitive (voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 338, 1870). Ce fait avait été comme prévu et expliqué d'avance par M. Cailletet (voir *Comptes rendus*, t. LXV, p. 322, 1867).

» Il ne serait cependant pas exact de dire que la lumière verte n'a aucune influence sur les végétaux ; j'ai constaté, en effet, que des plantes fortement héliotropes se tournent et s'inclinent du côté du vert, plutôt que du côté du rouge, et vont à celui-ci pour fuir l'obscurité.

» 2° Que la couleur *rouge* leur est encore fort nuisible, bien qu'à un moindre degré. Elle les fait s'allonger d'une manière singulière.

» 3° Que la couleur *jaune*, beaucoup moins dangereuse que les précédentes, l'est plus encore que la couleur *bleue*; car si les verres jaunes laissent vivre les plantes aussi bien que les bleus, cela tient aux raisons énoncées ci-dessus.

» 4° Qu'en définitive, toutes les couleurs, prises isolément, sont mauvaises pour les plantes; que leur réunion suivant les proportions qui constituent la lumière blanche est nécessaire pour la santé des végétaux ; et qu'enfin, les jardiniers devront renoncer à l'emploi des verres ou abris colorés pour serres ou châssis.

» Or, si l'on examine au spectroscope la lumière qui a traversé une feuille, on voit qu'elle est surtout riche en rayons verts et rouges; ce qui signifie que ces rayons n'ont point été utilisés par la plante. Il n'est donc pas étonnant que les végétaux ne puissent vivre, si on ne leur donne comme lumière que celles précisément desquelles ils ne tirent ordinairement point parti. Pour employer une comparaison énergique, je dirai que c'est comme si l'on voulait nourrir un animal avec les résidus de sa propre digestion.

» Mais les chlorophylles contenues dans les feuilles des diverses espèces de végétaux ne laissent point passer exactement les mêmes rayons colorés. De là vient sans doute que, si à l'ombre d'un grand chêne, par exemple, les taillis de chêne ne poussent qu'à grand'peine, les Mousses et les Fougères y prospèrent à merveille, et que dans les buissons les plus obscurs, les Violettes, certaines *Neottia*, etc., poussent parfaitement. Je crois, en un mot, que les associations des plantes vertes qui vivent à l'ombre les unes des autres ont pour raison principale la différence des rayons colorés que

leurs feuilles utilisent. Il y a là, on le voit, le sujet d'un grand nombre d'expériences que je compte entreprendre dans la campagne prochaine.

» Il est possible que les réactions chimiques dont une plante est le siége ne soient pas les mêmes lorsqu'elles se sont développées sous l'influence de couleurs différentes, et qu'une plante qui a poussé dans le rouge une longue tige grêle ne contienne pas les mêmes principes immédiats, et surtout en même proportion, qu'une plante de même espèce, demeurée courte et vigoureuse dans la lumière bleue. J'ai déjà quelques faits qui semblent déposer dans ce sens; mais les expériences à faire à ce propos nécessiteraient l'intervention d'un chimiste exercé. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les dolérites de la chaux de Bergonne et sur les zéolithes qu'elles contiennent.* Note de **M. F. Gonnard**, présentée par M. Daubrée.

« Dans ses *Époques géologiques de l'Auvergne*, M. Lecoq, en décrivant les terrains basaltiques des environs de Saint-Germain-Lembron, a consacré quelques pages au vaste plateau qui domine la vallée d'Issoire, et que l'on nomme la *Chaux de Bergonne* (1).

» Il mentionne la dolérite, qui partout se présente en gros blocs confusément entassés, et recouvre, soit des calcaires, soit des argiles sableuses rouges et vertes, si communes d'ailleurs dans les environs d'Issoire, sur les bords de l'Allier ou des Couses, ses tributaires. Il constate que, tandis que la partie supérieure de cette coulée doléritique est compacte, la partie inférieure est bulleuse et scoriacée, et qu'au contact du calcaire la dolérite change d'aspect, passe à l'amygdaloïde et présente de nombreuses cavités, remplies de chaux carbonatée cristallisée ou de mésotype.

» C'est au sujet de cette dolérite que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie une double observation, touchant d'abord les propriétés magnétipolaires de la roche compacte, et en second lieu l'existence, dans les vacuoles de l'amygdaloïde, d'une association de trois zéolites, la Christianite, la Phacolite et le Mésole.

» En faisant l'ascension du plateau, au sortir de Saint-Germain-Lembron, du côté du village de Chalus, j'ai trouvé des blocs de dolérite, qui m'ont fourni des échantillons sur lesquels j'ai pu observer, d'une manière très-nette, l'état magnétique polaire; certains parallélépipèdes, grossièrement taillés, m'ont même donné trois lignes magnétiques joignant très-sensi-

(1) Tome IV, p. 67 et suivantes.

blement les milieux des faces parallèles de ces solides; et chacune des extrémités de ces lignes m'a paru exercer, sur le barreau aimanté mobile, des actions de sens contraire, très-sensiblement égales. C'est là un fait isolé : les blocs dont j'ai retiré mes échantillons ne sont pas homogènes au point de vue magnétique; en effet, des morceaux tout voisins des premiers ne m'ont présenté que des phénomènes d'attraction, ou même se sont montrés presque inertes à l'égard du barreau aimanté.

» La dolérite, qui présente ces caractères, est une roche grisâtre, qui, vue à la loupe, offre un entrelacement de parties esquilleuses plutôt que de véritables cristaux de labradorite et de pyroxène. La densité en est de 2,92. Il s'y trouve parfois quelques fragments de péridot. Dans les cavités de la roche, on observe des concrétions calcaires blanches ou légèrement jaunâtres. Elle passe au basalte.

» Vers le sommet de la partie du plateau d'où part un sentier qui conduit au village de Gignat, à la roche compacte succède brusquement une amygdaloïde, de couleur brun-noirâtre, assez semblable à celle du Lützelberg, au Kaiserstuhl, qui renferme la Faujasite avec la Saspachite : elle est fréquemment parsemée de fragments cristallins rougeâtres de *limbilite* (péridot altéré). Elle dévie le barreau aimanté, mais moins que la variété compacte.

» Dans les vacuoles de cette roche, on observe tout d'abord des globules de la grosseur d'un petit pois, d'un blanc mat, offrant, dans la cassure, des rayons fibro-lamellaires divergents. Ils sont quelquefois isolés; le plus souvent, ils forment en se rapprochant des concrétions continues, qui rappellent certaines aragonites à fibres très-fines, dont les basaltes de l'Auvergne donnent quelques exemples. Ils offrent tous les caractères de la mésole; l'analyse que M. Pisani a bien voulu en faire, et que je transcris ci-dessous, vient confirmer les prévisions qu'on a à simple vue.

Analyse de la mésole de Gignat.

Silice	42,3
Alumine	28,1
Chaux	10,0
Soude	6,7
Potasse	traces.
Eau	14,1
	101,1

» Au chalumeau, ce minéral se gonfle un peu et fond en un émail blanc

bulleux, en colorant la flamme en jaune. Au spectroscope, on reconnaît la chaux, la soude et des traces de potasse (Pisani).

» Quant aux cristaux qui accompagnent la mésole, il en est qui sont rarement assez gros pour être vus nettement sans le secours de la loupe; ils sont translucides et offrent un pointement à quatre faces rhomboïdales; ils sont maclés et se présentent le plus souvent en mamelons à structure radiée. Ils doivent être rapportés à la Christianite et rappellent surtout la variété que l'on trouve à Capo-di-Bove, dans les cavités d'une lave grisâtre. J'en dois la détermination à l'obligeance de M. Damour, les premiers échantillons que j'ai eus en ma possession ne m'ayant pas permis, à cause de leur extrême petitesse, de les reconnaître d'une manière certaine.

» A ces deux espèces vient s'ajouter la variété de Chabasie, connue sous le nom de *Phacolite*, dont les cristaux, enchevêtrés les uns dans les autres et chargés de facettes, sont translucides et présentent l'éclat vitreux; ce sont les plus nombreux des trois minéraux associés. Dans certaines vacuoles, il se présente aussi quelques rhomboèdres simples de Chabasie.

» Enfin, outre ces trois zéolithes, on trouve encore, quoique rarement, de l'aragonite en petites aiguilles, qui ont peut-être été prises parfois pour de la mésotype aciculaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nature complexe de la cathartine*. Note de **M. E. Bourgoin**, présentée par M. Bussy.

« En 1821, dans une analyse remarquable, Lassaigne et Feneulle ont retiré du séné un produit qui a été considéré comme le principe purgatif de la plante, la cathartine étant au séné, d'après ces chimistes, ce que l'émétine est à l'ipécacuanha. Ayant eu l'occasion de préparer ce corps, j'ai reconnu qu'il ne constituait pas un principe défini : c'est un mélange contenant au moins trois substances distinctes, dont une nouvelle, qui sera désignée ici sous le nom de *chrysophanine*.

» Ces trois substances sont :

» 1° L'acide chrysophanique;

» 2° Un glucose dextrogyre;

» 3° La chrysophanine.

» I. *Acide chrysophanique*. — La cathartine, préparée comme l'indiquent Lassaigne et Feneulle (1), est agitée avec de l'éther lavé, qui se colore en

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVI; 1821.

jaune; on renouvelle ce traitement tant que la coloration se produit. Les liqueurs réunies, puis filtrées et évaporées, laissent un résidu acide, extrêmement peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, ainsi que dans les alcalis qui donnent lieu à une solution d'un rouge magnifique; c'est de l'acide chrysophanique sensiblement pur.

» La quantité d'acide ainsi obtenue est peu considérable; de plus, comme l'épuisement est difficile, on conçoit aisément comment Lassaigne et Feneulle ont pu croire que leur produit était insoluble dans l'éther. Du reste, l'acide chrysophanique n'existe qu'en petite quantité dans la plante, ce qui explique pourquoi quelques chimistes ont échoué dans la recherche de ce principe, depuis que sa présence a été signalée dans le séné. Rien de plus simple cependant que de le mettre en évidence; en effet, il suffit de faire infuser quelques feuilles dans l'eau : le liquide peu coloré prend immédiatement une teinte rouge caractéristique quand on l'additionne de quelques gouttes d'ammoniaque.

» II. *Glucose dextrogyre.* — La cathartine, débarrassée par l'éther de l'acide chrysophanique, donne avec l'eau une solution limpide, quoique fortement colorée. Cette solution possède les caractères suivants :

» 1° Elle fermente sous l'influence de la levûre de bière, en donnant naissance à de l'acide carbonique et à de l'alcool:

» 2° Elle réduit abondamment la liqueur cupro-potassique;

» 3° Décolorée et privée de la chrysophanine qu'elle contient, elle dévie à droite le plan de polarisation de la lumière polarisée.

» Ces trois caractères ne peuvent laisser aucun doute sur la présence d'un glucose dextrogyre. On peut, du reste, l'isoler de la manière suivante. A de la cathartine privée d'acide chrysophanique, on ajoute du sous-acétate de plomb, on sépare le précipité volumineux qui se produit, et le liquide, privé de l'excès de réactif par l'hydrogène sulfuré, est évaporé à siccité. Le résidu est constitué par du glucose ne retenant qu'une petite quantité d'un principe amer, qui est sans doute l'un des glucosides générateurs.

» III. *Chrysophanine.* — Pour la retirer de la cathartine, on enlève l'acide chrysophanique par l'éther, et l'on détruit le sucre par fermentation; mais on l'obtient difficilement pure par ce moyen. Il est préférable, après avoir séparé l'acide, de précipiter la solution par le sous-acétate de plomb, et de régénérer la chrysophanine en décomposant sa combinaison plombique par l'hydrogène sulfuré.

» La chrysophanine, ainsi obtenue, ne représente qu'une partie de celle

qui est contenue dans le séné. Si l'on veut l'obtenir en quantité notable, il vaut mieux adopter la marche suivante.

» On prépare une infusion très-concentrée de séné, faite avec au moins un kilogramme de feuilles; on sépare exactement la matière mucilagineuse avec de l'alcool, puis on précipite la solution limpide par l'acétate neutre de plomb; on enlève l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, et l'on évapore en consistance sirupeuse. On traite ce produit par de l'alcool à 90 degrés : le résidu insoluble dans ce véhicule renferme la chrysophanine.

» On dissout ce résidu dans une petite quantité d'eau et l'on précipite par de l'alcool concentré; on répète de nouveau ce traitement, et la purification est complète quand l'alcool reste incolore. Il faut opérer la dessiccation sous une cloche contenant de l'acide sulfurique, et non à feu nu ou même au bain-marie.

» Ainsi préparée, la chrysophanine est sensiblement blanche, bien qu'elle constitue, avec l'acide chrysophaniqne, le principe colorant des préparations qui ont pour base le séné. Je ferai connaître ses propriétés dans un autre travail.

» Il résulte des faits qui viennent d'être exposés, que la cathartine de Lassaigne et Feneulle est un mélange, et que le mot de *cathartine*, en temps que principe défini, doit disparaître de la science. J'ajoute enfin que ce produit, comme je m'en suis assuré, ne renferme pas trace du corps décrit par Dragendorff et Kubly sous le nom d'*acide cathartique*. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son doyen **M. Boussingault**, propose de déclarer qu'il y a lieu de pourvoir au remplacement de M. *Payen*, décédé le 13 mai dernier.

L'Académie, consultée par la voie du scrutin, adopte cette proposition.

En conséquence, la Section d'Économie rurale est invitée à présenter, dans la prochaine séance, une liste de candidats.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 décembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Société des Sciences médicales de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1870-1871; *par* M. le Dr CHALLIER. Gannat, 1871; br. in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et Chirurgie pratiques publié sous la direction de M. le Dr JACCOUD; t. XIV : ERYS-FL. Paris, 1871; 1 vol. in-8°.

Cours élémentaire de géologie appliquée. Lithologie pratique ou étude générale et particulière des roches, etc.; par M. St. MEUNIER. Paris, 1872; 1 vol. in-8°.

Les petits quadrupèdes de la maison et des champs; par M. Eug. GAYOT; 1re et 2e parties. Paris, 1871; 2 vol. in-8°.

Essais de physiologie universelle. Théorie des lois de l'équilibre; par M. H. LAROQUE. Paris, 1870; br. in-12.

Nouveau procédé de dosage du cuivre; par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN. Paris, sans date; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Des docks flottants et en particulier du système pneumatique et à flotteurs auto-mobiles de M. Janicki; *par* M. BRÜLL. Paris, 1871; br. in-8°.

Histoire des Sciences. Sur l'invention de quelques étalons naturels de mesure; par M. G. GOVI. Turin, 1871; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 30 octobre 1871.)

Page 1039, ligne 1, *au lieu de :* remplacée, *lisez :* renforcée.

(Séance du 11 décembre 1871.)

Page 1353, ligne 1, *au lieu de :* fraction, *lisez :* fixation.

Page 1387, ligne 12, *au lieu de :* Caméléons, *lisez :* Caméliens.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique;* *par* **M. A. Trécul.**

« A l'important débat qui s'est engagé entre nos confrères MM. Pasteur et Fremy, je prie l'Académie de me permettre d'ajouter quelques mots pour rappeler le résultat de mes propres études.

» Je dirai tout d'abord que j'ai été conduit (*Comptes rendus*, 1868, t. LXVII, p. 1156) à identifier les *Bactéries* avec la *levûre lactique* de M. Pasteur, et que cette conclusion a été confirmée en 1869 par M. H. Hoffmann, qui assure, dans un Mémoire couronné par l'Académie de Paris (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XI, p. 61), que, dans une expérience qu'il vient de décrire, la production de l'acide lactique doit être attribuée aux Bactéries, et à la page 62 il ajoute : « Je crois donc que nous avons des motifs légitimes pour » regarder les Bactéries comme les auteurs du développement de l'acide » lactique. »

» Mon opinion diffère de celle de M. Hoffmann en ce qu'il regarde les Bactéries comme apportées par l'air ou avec les matières employées, tandis que je les considère comme formées par la modification de la matière

albuminoïde tenue en dissolution dans le moût de bière dont j'ai fait usage. Notre avis diffère encore en ce que, pour M. Hoffmann, les Bactéries sont des corps *sui generis,* tandis que, pour moi, elles sont identiques avec ce que M. Hallier nomme les *Schwærmer* du *Penicillium*, lesquels, s'allongeant, se partageant en articles cellulaires, passent à l'état d'immobilité, et deviennent ce que ce dernier observateur désigne par *Leptothrix* du *Penicillium*.

» M. Hallier n'admet pas l'hétérogénèse de ces petits corps. Il les regarde comme nés normalement du plasma des spores ou du *Leptothrix* du *Penicillium* ou du *Mucor,* ou comme résultant de la division des cellules du *Leptothrix*.

» Comme M. Hallier, j'admets encore que ces cellules de *Leptothrix* peuvent grossir et se changer en levûre alcoolique.

» De plus, comme Turpin, MM. Bail, Berkeley et Hoffman, H. Hoffmann, Pouchet, Musset et Joly, j'ai vu cette levûre passer (d'abord à l'état de *Mycoderma cervisiæ*, puis) à l'état de *Penicillium*.

Par conséquent, il y aurait, suivant mes observations, la série des transformations suivantes : matière albuminoïde changée en Bactéries ou directement en levûre alcoolique ou en *Mycoderma;* Bactéries en levûre lactique en devenant immobiles; levûre lactique en levûre alcoolique; celle-ci en *Mycoderma cervisiæ;* enfin ce dernier en *Penicillium*.

» Je vais maintenant justifier cette assertion aussi brièvement que possible.

» J'ai fait le plus souvent usage, pour ces expériences, de moût de bière préparé avec soin par moi-même. Et, dans tous mes essais, la fermentation m'est apparue, comme à Cagniard-Latour et à M. Pasteur, accompagnée de corps organisés vivants.

» Ces corps sont de deux sortes. Les premiers visibles sont des corpuscules mobiles dans la première phase de l'expérience ; ce sont des Bactéries simples ou à deux, trois ou plusieurs articles, qui bientôt deviennent immobiles. Leurs articles, d'abord globuleux en apparence, s'allongent ensuite, et l'on a alors des cylindricules simples ou composés de deux ou plusieurs cellules oblongues.

» Ces corpuscules étant toujours accompagnés de la saveur lactique du liquide, j'ai été conduit à les assimiler à la levûre lactique de notre confrère, dont ils ont la figure et les dimensions.

» Quelques jours après leur apparition se montrent des cellules d'un aspect tout différent. D'abord très-petites, globuloïdes ou elliptiques, elles

grandissent, et sont bientôt de beaucoup plus volumineuses que les cylindricules de la levûre lactique.

» Quand elles sont arrivées à une certaine dimension, elles produisent à l'un des bouts une autre cellule, par le mode de végétation bien connu, et que pour cela je ne décrirai pas ici, l'ayant d'ailleurs fait antérieurement.

» Si le vase qui contient le liquide est convenablement fermé (il est bien entendu que ceci ne s'applique qu'aux expériences de laboratoire), ces cellules acquièrent les propriétés de la levûre alcoolique et déterminent la fermentation. Si le vase est mal bouché, les cellules ne constituent que des *Mycoderma cervisiae*, qui ne décomposent pas ou seulement très-lentement la matière sucrée. Si l'on donne à un tel flacon une fermeture suffisante, ces *Mycoderma*, qui peuvent être considérés, je crois, comme le premier état des cellules de la levûre, deviennent de la levûre véritable, qui fait disparaître le sucre en peu de temps.

» Pour que les cellules de *Mycoderma* acquièrent cette faculté, il est essentiel qu'elles soient encore très-jeunes, car arrivées à un certain âge, elles ne deviennent jamais cellules de levûre.

» Je vais maintenant rechercher l'origine des formations cellulaires dont je viens de parler. Pour expliquer cette origine, deux théories sont en présence. Les uns croient, comme M. Pasteur, que les germes de ces cellules sont apportés par l'air, par les liquides, ou à la surface des matières employées. Les autres pensent, comme M. Fremy, que ce sont les substances albuminoïdes de l'orge, du raisin, de la pomme, etc., qui engendrent la levûre. Examinons d'abord la première opinion.

» Si c'est l'air ou le liquide employé qui introduit les éléments de la levûre, on doit les y retrouver. Par conséquent, il faut ou que les cellules de levûre soient toutes formées dans l'air, ou qu'elles proviennent des spores ou des cellules des Champignons auxquels on attribue la faculté de produire la levûre.

» De telles spores ou des fragments de mycélium ne peuvent être introduits dans le liquide soigneusement préparé et examiné, sans que l'opérateur s'en aperçoive. A cause de cela, cette opinion doit être rejetée. Bien qu'elle soit évidemment défectueuse, je vais pourtant la discuter.

» Si malgré les précautions prises, l'air ou les matériaux employés apportent quelques spores ou quelques cellules de mycélium, ces éléments propagateurs ne peuvent être qu'en bien petit nombre et dans un état bien languissant.

» Or, si nous considérons que dans la cuve du brasseur, où l'on introduit de la levûre en pleine activité, les cellules se multiplient dans le rapport de 5 à 7 dans l'espace de vingt-quatre heures, la multitude des cellules de levûre qui sont produites dans nos flacons en cinq, six ou huit jours ne peut évidemment provenir des quelques cellules qui auraient échappé à notre examen.

» Ne nous contentons pas de ce raisonnement, qui a cependant bien quelque valeur. Faisons l'expérience suivante. Exagérons ce que l'on suppose avoir été fait à notre insu. Au lieu du misérable ensemencement accidentel opéré par quelques spores restées inaperçues, projetons dans nos flacons de moût de bière, préparé à une température de 65 à 70 degrés, une grande quantité de spores récentes et de mycélium d'un des Champignons réputés générateurs de la levûre, du *Penicillium* par exemple.

» D'autre part, ayons des flacons renfermant du même moût filtré avec soin, mais non ensemencé, et voyons ce qui va se passer. Il arrivera ceci : Il sera produit de la levûre aussi promptement et en aussi grande quantité dans les flacons non ensemencés, que dans ceux qui l'auront été, et souvent même avant que la plupart des spores aient changé d'aspect (1).

» Ce n'est donc pas dans les spores venues de l'atmosphère qu'il faut chercher l'origine de la levûre. Serait-elle due aux cylindricules bactériens dont il est si difficile de se garantir?

» Ce point est des plus importants à considérer; car j'ai dit, en commençant, que ces petits corps se développent en quantité immense dans les flacons, au début de l'expérience. Ont-ils été engendrés par ceux qui ont pu venir de l'atmosphère, ou produits par la modification des matières albuminoïdes?

» Ce qui ajoute encore à l'importance de leur examen, c'est que je

---

(1) M. Bail, qui fit de tels semis dès 1857, a été induit en erreur par cette facile production de la levûre par le moût de bière. Voulant se procurer en grande quantité ce qu'il a appelé sa *levûre à grandes cellules*, obtenue en ensemençant le moût avec du *Mucor*, il vit, en employant en semis nouveaux tout le produit de ses opérations successives, que la proportion des grandes cellules diminuait de plus en plus dans les dernières fermentations, et il crut que ses cellules de *Mucor* passaient graduellemnt à la levûre ordinaire, en devenant de plus en plus petites (35e *réunion des naturalistes et médecins allemands en* 1860). Il ne s'était pas aperçu que sa levûre à petites cellules provenait du moût lui-même. J'ai indiqué cette cause d'erreur en 1868, dans le tome LXVII des *Comptes rendus*, p. 212 et 368. Le moût qui a bouilli produit beaucoup moins aisément des cellules de levûre sans semis, aussi est-il plus favorable pour démontrer la transformation des spores de *Penicillium* en levûre.

n'hésite pas à dire que, parfois dans mes fermentations, j'ai constaté, de la manière la plus manifeste, que ces cylindricules grossissent peu à peu, et deviennent de la levûre véritable. Alors les cellules de levûre ont souvent une figure oblongue qui rappelle la forme cylindracée primitive. Je dois ajouter que cette transformation ne s'est accomplie que pendant des fermentations déjà très-actives et jamais au début de la fermentation. Les premières cellules de levûre ont toujours semblé avoir une autre origine, c'est-à-dire avoir été de création spéciale dès le principe. Néanmoins, l'on pourrait soutenir que ce sont quelques-uns des corpuscules bactériens globuleux originels, qui ont grossi et sont devenus cellules de levûre. Il est certain pour moi que la levûre alcoolique et les corps bactériens ont une parenté réelle.

» Je suis ainsi amené à discuter l'origine atmosphérique de ces Bactéries.

» Tout le monde accorde que leur répartition est immense, et qu'il est difficile de les éviter. Ce sont évidemment elles que M. Béchamp a décrites sous le nom de *Microzyma*.

» Je reconnais volontiers que quelques-uns de ces petits corps sont parfois trouvés dans le moût bien filtré. Comme ils sont *toujours immobiles* et en petit nombre, je répéterai ce que je disais tout à l'heure pour les spores prétendues venir de l'atmosphère, que la multiplication qu'on leur connaît est trop lente pour rendre compte de l'étonnante quantité de *corps mobiles* qui se développent dans nos vases dans l'espace de vingt-quatre à trente-six heures. S'ils avaient une multiplication aussi prompte, on les verrait s'allonger et se diviser sous le microscope, ce que personne n'a jamais vu.

» Et puis, on peut les tuer par la coction. Notre confrère M. Pasteur pense que quelques minutes d'une élévation de température à 55 ou 60 degrés suffit quand le liquide est acide, mais qu'il faut porter la liqueur à l'ébullition pour les liquides alcalins.

» J'avoue avoir peu de confiance dans le résultat des expériences qui ont été faites dans ce but, parce que, de l'aveu même de M. Pasteur, le succès n'est qu'*à peu près constant*. Notre confrère se contenterait pourtant d'un succès sur mille (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 1093). Je crois pouvoir soutenir que c'est tout le contraire qui est la vérité. Puisque la coction tue les Bactéries, il ne doit pas y avoir d'insuccès. Il est vrai que, pour expliquer de tels résultats, M. Hoffmann admet que les Bactéries sont plus difficiles à tuer qu'on ne le pense. C'est pourquoi, après une expérience dans laquelle le liquide avait été tenu en ébullition pendant une demi-heure, le

savant allemand dit que les Bactéries, qui étaient apparues en si grande quantité qu'elles produisirent des nuages mucilagineux, n'avaient pas été tuées par cette longue ébullition (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XI, p. 47, et *Bot. Zeit.*, 1869, t. XXVII, p. 291).

» Il me paraît prouvé par de telles expériences que les Bactéries ne viennent pas de l'atmosphère.

» Continuons malgré cela de chercher leur origine. Dans du moût de bière, dans des sucs de raisin ou de pommes, les matières albuminoïdes ont deux sources différentes. Il y a celle qui est fournie par les cellules des fruits que je viens de nommer, et celle qui est donnée par les Champignons que portent avec eux ces fruits. Ces Champignons sont abondants à la surface du malt principalement, sur lequel pullule un *Fusisporium* pendant la germination de l'orge ; mais si l'on emploie de l'orge non germée, pour les expériences, en la traitant comme le malt dans la préparation du moût de bière, et que l'on sucre la liqueur qui tient beaucoup d'amidon en dissolution, on obtient les cylindricules bactériens, c'est-à-dire la levûre lactique en grande quantité, et quelque temps après la levûre alcoolique, si la température est suffisamment élevée.

» Voici des expériences qui me paraissent dignes de fixer l'attention de l'Académie. Aux mois de janvier et de février, dans une chambre dont la température ne dépassa pas + 12°, je préparai de l'eau d'orge amylacée à la température de 67 degrés. Certains flacons furent sucrés, d'autres ne le furent pas. Quelques jours après, tous contenaient des cylindricules bactériens, et le liquide rougissait fortement le papier bleu de tournesol, mais il ne donna pas de levûre alcoolique.

» Des flacons sucrés ensemencés avec des spores globuleuses vertes du *Penicillium crustaceum*, ou avec les grosses spores elliptiques du *Penicillium* que j'ai appelé *P. virens*, transformèrent en huit à douze jours ces deux sortes de spores en belles cellules de levûre, dont on pouvait suivre les progrès en voyant les spores grossir et se décolorer. Cette levûre détermina bientôt une fermentation si énergique que le bouchon était chassé avec violence et détonation, et le liquide projeté au dehors, aussitôt que les liens étaient enlevés.

» De cette eau d'orge amylacée ayant été préparée le 11 avril, quand la température était plus élevée par conséquent, donna dans les flacons sucrés de belles cellules elliptiques ayant commencé comme les cellules de levûre, mais s'allongeant et se multipliant par division en se coupant par la moitié ou en trois par une cloison transversale, à la manière des utricules ordi-

naires, et non avec l'apparence que l'on a désignée par *bourgeonnement* chez les cellules de la levûre. Ces utricules furent conservées jusqu'au 23 mai sans qu'elles aient produit la fermentation. Ce jour-là du sucre fut ajouté, et, dès le 30 mai, il y avait une fermentation très-énergique.

» L'Académie voit qu'en reconnaissant des matières albuminoïdes de deux origines, l'une fongine et l'autre donnée par les cellules des fruits employés, je ne dissimule aucune difficulté. Là est, à mon avis, la plus grande, et ce sera un jour le seul refuge des adversaires de l'hétérogénie. S'ils adoptaient cette thèse, il serait impossible de leur prouver qu'il n'y a pas de matière albuminoïde de Champignon dans la petite quantité de matière organique de l'eau employée. Il est vrai que ce ne serait plus à des cellules, à des spores, à des germes parfaits que l'on aurait affaire!

» Ne semble-t-il pas, d'après ce qui précède, que toutes les probabilités soient pour la formation des Bactéries et de la levûre aux dépens des matières albuminoïdes de l'orge dans nos expériences?

» Mais si l'on ne peut prendre la nature sur le fait, en flagrant délit de production de ces petits êtres aux dépens des matières organiques *en dissolution*, on arriverait au but désiré en poursuivant l'origine de ce que j'ai appelé des *Amylobacter*, c'est-à-dire des Bactéries amylacées, dont tout esprit non prévenu pourra, dans maintes circonstances, voir la provenance avec certitude.

» Il paraît que ces petits corps sont très-embarrassants pour les adversaires de l'hétérogénie, car tous omettent d'en parler dans leurs dissertations contre l'opinion qu'ils combattent. Pourtant l'observation des *Amylobacter* est facile, et leur origine parfois aisée à constater.

» J'ai démontré que certaines fibres du liber renferment des granulations qui bleuissent au contact de l'iode, après la coction dans la potasse. La macération dans l'eau donne quelquefois le même résultat. Cela est assez fréquent dans les fibres du liber des *Apocynum cannabinum* et *venetum*. Je mets sous les yeux de l'Académie une figure qui représente une telle fibre, dont une partie du contenu granuleux fut bleuie par l'iode après la macération. Ces granules, qui étaient assez volumineux, n'avaient pas changé de forme; mais quand les granules sont très-petits, on les voit souvent, continuant de végéter, émettre sur l'un de leurs côtés un appendice caudiforme, qui a la propriété de bleuir par l'iode. Cette queue est rigide ou flexible, et quand elle est flexible, leurs mouvements ressemblent à ceux de petits poissons, ainsi que la forme de quelques-uns d'entre eux rappelle celle de ces animaux (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 934).

» Les *Amylobacter* sont libres dans les cellules ou hors d'elles, mais il en est qui sont fixés à leurs parois. J'en ai décrit de couchés et de dressés à la surface des utricules, comme l'a dit dernièrement M. de Seynes pour des Bactéries. Notre confrère M. Robin a représenté de ces divers *Amylobacter*, d'après mes dessins, dans son *Traité du microscope*, édit. de 1871, p. 934.

» Quand les *Amylobacter* étaient couchés sur les cellules, ils m'ont quelquefois paru naître de la paroi utriculaire elle-même, principalement de la membrane externe, qui est souvent commune à deux cellules. Je mets encore sous les yeux de l'Académie une planche qui lui a déjà été présentée, et que M. Robin reconnaîtra, l'ayant eue assez longtemps à sa disposition. Une cellule parenchymateuse de l'écorce du *Tupa Ghiesbreghtii* y est figurée en voie de destruction. Une couche d'*Amylobacter* cylindracés semblait remplacer la paroi utriculaire ; mais je ne saurais affirmer qu'il y eût là une division de la paroi analogue à celle que présentent certaines fibres du liber, qui se fractionnent en une multitude de petites aiguilles d'apparence cristalline, que j'ai vues quelquefois se colorer en bleu sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique. Souvent, néanmoins, une telle coloration n'avait pas lieu, et ces petits corps aciculaires se dissolvaient dans l'acide concentré sans avoir bleui.

» Un des modes de formation les plus remarquables des *Amylobacter* est parfois donné par le contenu des vaisseaux laticifères (*Euphorbia Characias*, etc.). Le latex se partage en petites masses d'abord mal circonscrites qui se délimitent de plus en plus nettement, en prenant une forme elliptique plus ou moins allongée, et qui, à un certain degré de développement, acquièrent la faculté de bleuir par l'iode.

» Il est bien évident qu'une telle modification du latex et celle des granulations du contenu libérien qui s'allongent en petites cellules amylacées ne sauraient être attribuées à un phénomène de simple décomposition, l'amidon ne se développant d'ordinaire que pendant la vie. En outre, ce qui prouve que les *Amylobacter* ne sont pas de simples produits pathologiques, destinés à une prompte décomposition, c'est que l'on en trouve très-fréquemment en voie de se multiplier par division.

» Tous ces petits corps bleuissant par l'iode, ce qui rend l'observation facile dès le début de leur développement, ont beaucoup de ressemblance avec les Bactéries et les Vibrions, et sont éminemment propres, par conséquent, à nous éclairer sur l'origine de ces deux dernières formes des plus petits êtres organisés. »

M. Pasteur, après la lecture de M. Trécul, présente les observations suivantes :

« M. Trécul touche à tant de faits dans la Note qui précède, que j'attendrai leur publication au *Compte rendu* pour les discuter. Dès à présent, je puis assurer notre savant confrère qu'il eût trouvé dans les Mémoires que j'ai publiés des réponses décisives sur la plupart des questions qu'il vient de soulever.

» Je suis vraiment surpris de le voir aborder la question des générations dites *spontanées*, en n'ayant à son service que des faits aussi douteux et des observations aussi incomplètes. Mon étonnement n'a pas été moindre qu'à la dernière séance, lorsque M. Fremy s'est engagé dans le même débat, n'ayant à produire que des opinions surannées, sans le moindre fait positif nouveau. Aussi, m'attendais-je à ce que M. Fremy prît la parole aujourd'hui pour appuyer au moins de quelques considérations les assertions de sa dernière Note, assertions que j'ai si explicitement condamnées dans la courte réponse que je lui ai faite. Qu'il me permette, en attendant, de lui poser une question, puisqu'il a bien voulu m'assurer, lundi dernier, qu'il n'avait aucun parti pris.

» M. Fremy confesserait-il ses erreurs, si je pouvais lui démontrer que le suc naturel du raisin, exposé au contact de l'air, privé de ses germes, ne peut ni fermenter, ni donner naissance à des levûres organisées?

» Afin que M. Fremy comprenne bien ma question, d'ailleurs fort claire, et surtout pour qu'il ne me réponde pas qu'il est difficile de juger une expérience lorsqu'elle n'est pas encore publiée, je lui dirai que l'expérience dont il s'agit serait identique au fond à celles que j'ai déjà produites antérieurement sur le sang et l'urine naturels, ainsi qu'il peut s'en convaincre en lisant la page 739 du tome LVI de nos *Comptes rendus*, expériences dont M. Fremy, je le crains, ignore l'existence, puisqu'il est impossible de les concilier avec ses opinions. Là, il pourra reconnaître que j'ai démontré, avec certitude, que ces deux liquides, si altérables, peuvent être exposés au contact de l'air privé de ses germes, sans éprouver la moindre fermentation ou putréfaction ; qu'en d'autres termes, le corps humain, hormis le canal intestinal et le poumon, est fermé à l'introduction des germes extérieurs, fait important, sur lequel, parmi d'autres du même ordre, le célèbre docteur Lister a fondé sa merveilleuse méthode chirurgicale. C'est la même expérience et la même déduction logique que j'offre de démontrer à M. Fremy pour les organes des végétaux. »

PHYSIQUE. — *Tension sensible de la vapeur de mercure à basse température.* Extrait d'une Lettre de **M. Regnault**.

« Les expériences de M. Merget prouvent que le mercure développe des vapeurs à la température ordinaire, et que ces vapeurs se propagent dans l'air. Je crois pouvoir rappeler à cette occasion qu'on trouve dans les *Annales de Physique* (3e série, t. XI, 1844) mes déterminations de la tension de la vapeur de mercure pour les basses températures, de zéro à 100 degrés, et que, dans les *Mémoires de l'Académie* (t. XXXI, p. 506), où je reproduis ces expériences, on lit :

« J'ai admis, dans ces Recherches, que la tension de la vapeur mercurielle était nulle à la température de la glace fondante. Cette hypothèse n'est pas absolument exacte; le mercure se volatilise encore sensiblement à cette température, *car une plaque de daguerréotype, impressionnée dans la chambre noire, laisse apparaître son image lorsqu'on l'expose pendant longtemps dans la boîte à mercure, même quand la température est inférieure à zéro.* Mais la force élastique de la vapeur mercurielle est si faible à zéro qu'elle est difficilement appréciable par nos moyens d'observation. »

» C'est donc par des expériences au daguerréotype que j'ai prouvé que la vapeur mercurielle a une tension encore très-sensible au-dessous de zéro, et que cette vapeur se propage à distance, puisqu'elle développe à la longue la plaque daguerrienne impressionnée, laquelle est à 2 décimètres environ du bain de mercure.

» Voici l'expérience concluante que je trouve dans un de mes anciens registres :

» Le 18 janvier 1838, je pris, d'une fenêtre de l'appartement que j'occupais alors à l'École des Mines, une vue daguerrienne du Luxembourg. La plaque fut conservée dans l'obscurité jusqu'à 7 heures du soir. Elle fut disposée alors dans la boîte à mercure, qui avait été placée trois heures avant en dehors de la fenêtre. Un thermomètre placé dans la boîte marquait — 13 degrés. Le tout resta ainsi jusqu'à 7 heures du matin; le thermomètre marquait alors — 15 degrés.

» La glace portée dans la chambre noire présentait l'image développée, mais faible. Cette image persista après le passage du liquide fixateur, et l'on y distinguait parfaitement tous les détails. Cette glace doit être encore avec son étiquette dans une des armoires du cabinet du Collége de France.

» Cette expérience, que j'aurais dû publier, prouve que, même à — 13 degrés, la vapeur mercurielle se développe suffisamment pour faire appa-

raître une image daguerrienne dans une exposition de douze heures, et il faut remarquer que, dans la boîte à mercure, il n'y a pas de courant d'air qui fasse voyager la vapeur mercurielle. »

M. **Boussingault**, après avoir entendu la lecture de cette Lettre, ajoute :

« Lorsque j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie des observations relatives à l'action délétère que la vapeur de mercure exerce sur les feuilles, M. Regnault a dit qu'il avait constaté que, même à la température de 10 degrés au-dessous de zéro, la vapeur émanant du mercure agissait sur les plaques daguerriennes.

» Dans mon Mémoire, j'ai rappelé qu'à zéro M. Regnault avait trouvé $0^{mm},020$ pour la force élastique de la vapeur de mercure. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique des liquides, sans électrolyse; par* **M. P.-A. Favre.**

« Malgré les travaux de Faraday et de L. Foucault, et malgré les excellents arguments de ces deux grands physiciens en faveur de la conductibilité propre des liquides, cette conductibilité est encore loin d'être généralement admise. J'ai pensé que quelques études nouvelles sur ce sujet et des considérations thermiques pourraient élucider la question.

» D'une part, on ne saurait contester qu'un courant peut traverser un liquide sans l'électrolyser d'une manière apparente ; mais, d'autre part aussi, les physiciens, en s'appuyant sur des considérations que je n'ai pas à discuter ici, prétendent que, dans le cas précité, l'électrolyse a pu se produire sans être apparente, et que, par suite, la question reste indécise. Il s'agissait donc de prouver que, dans des circonstances bien déterminées, l'électrolyse des liquides traversés par un courant est impossible. C'est cette preuve que je crois avoir apportée en m'appuyant sur les expériences dont les résultats sont consignés ci-après et sur les données fournies par mes recherches thermiques sur l'énergie voltaïque des piles. (*Voir* le tableau, p. 1465.)

» I. Volume exprimé en centimètres cubes et composition des mélanges gazeux fournis par le voltamètre non cloisonné et correspondant à 100 centimètres cubes d'hydrogène dégagés dans chacun des couples de la pile pendant l'électrolyse de quelques acides étendus.

» II. Lorsque, après avoir supprimé le rhéostat, on ne laissait plus que deux couples dans le circuit qui renfermait encore le voltamètre des expé-

riences précédentes (dont le liquide n'avait pas été renouvelé ou avait été remplacé par de l'eau pure), ces couples qui, en vingt-quatre heures, le circuit étant ouvert, ne laissaient pas dégager une seule bulle de gaz avant et après l'expérience, en ont fourni chacun 20 centimètres cubes, environ, dans le même temps, le circuit étant fermé et le dégagement étant complétement nul dans le voltamètre.

» III. En remplaçant la liqueur acide qui avait déjà servi par la même liqueur, mais bouillante, ou par de l'eau pure également bouillante et ne renfermant par conséquent l'une et l'autre aucune trace d'oxygène (1), les résultats ont été les mêmes; seulement le volume d'hydrogène qui, en vingt-quatre heures, s'est dégagé de chacun des couples, lorsque le circuit était fermé, n'a été que de 15 centimètres cubes environ, c'est-à-dire un peu plus faible.

» IV. Lorsqu'on remplaçait l'un des couples de Smée par un couple de Daniel, les résultats étaient encore les mêmes, car le voltamètre ne laissait pas dégager de gaz pendant que le couple de Smée fournissait, en vingt-quatre heures, 15 centimètres cubes environ d'hydrogène, et qu'une quantité équivalente de cuivre se déposait sur le platine des couples de Daniel.

» V. Après avoir remplacé l'acide sulfurique du voltamètre par du sulfate de cuivre neutre, on n'a plus laissé dans le circuit qu'un seul couple de Daniel. Après quatre jours, il s'est formé sur le platine du couple un dépôt de cuivre métallique, tandis que le platine négatif du voltamètre ne recevait à sa surface aucune trace de ce métal ou de son oxyde.

» Dans cette dernière expérience, en même temps qu'il se déposait du cuivre sur le platine du couple, une quantité beaucoup plus considérable du même métal se déposait aussi, sous forme de rognons, sur la paroi extérieure du vase poreux qui renfermait la liqueur sulfurique et le zinc amalgamé.

» VI. Si, le voltamètre étant supprimé, le circuit restait ouvert, la paroi extérieure du vase poreux, après quatre jours, était seule recouverte de rognons de cuivre pareils à ceux qui s'y sont formés dans l'expérience précédente.

» VII. Deux vases, en forme de cône tronqué, étaient réunis de

---

(1) On avait soin de remplir complétement le voltamètre ainsi que son tube abducteur avec les liqueurs bouillantes, afin qu'aucune trace d'air, et par conséquent d'oxygène, ne pût s'y dissoudre et se trouver ainsi au contact des électrodes pendant la durée des expériences.

façon à ne plus former qu'un seul vase étranglé à sa partie moyenne; la partie inférieure du vase ainsi formé recevait jusqu'à son étranglement une dissolution saturée de sulfate de cuivre, tandis que sa partie supérieure recevait une dissolution suffisamment étendue d'acide sulfurique. Dans cette dissolution d'acide sulfurique baignait une rondelle de zinc amalgamé, reposant horizontalement sur les parois et placée à une faible distance de la surface de séparation des deux liquides. Cette surface de séparation, après vingt-quatre heures, présentait le dépôt d'une lame mince de cuivre métallique.

» VIII. Enfin, dans une dernière expérience, faite à l'aide du même appareil que ci-dessus et qui n'était que la répétition d'une expérience de Faraday, sauf le remplacement de la dissolution de sulfate de magnésie par une dissolution saturée de sulfate de cuivre, je faisais plonger les deux rhéophores d'une pile (dont chacun était terminé par une rondelle de cuivre), l'un dans la dissolution cuivrique et l'autre dans de l'eau pure superposée à cette dissolution et remplaçant la liqueur sulfurique employée dans l'expérience précédente. En opérant dans ces conditions, l'oxyde de magnésium qui, dans l'expérience de Faraday, apparaissait à la surface de séparation des deux liquides était remplacé par du cuivre métallique.

CORPS soumis à l'électrolyse.	CONDITIONS des opérations.	DURÉE des opérations.	VOLUME du mélange gazeux fourni par le voltamètre.	ANALYSE du melange gazeux fourni par le voltamètre.		GAZ FIXÉS dans le voltametre.	
				Hydrogène.	Oxygène.	Hydrog.	Oxygène.
		h m s					
Acidephosph. monohyd.	5 couples sans rhéostat.	0. 5.29	144,52	97,88	46,64	2,12	3,36
Acide phosph. trihyd..		0. 4.48	144,23	98,08	46,15	1,92	3,85
Acide sulfurique.......		0. 4.18	144,01	97,77	46,24	2,23	3,76
Acidephosph. monohyd.	5 couples et rhéostat.	0.30.26	112,32	78,26	34,06	21,74	15,94
Acide phosph. trihyd..		0.29.35	116,90	83,80	33,10	16,20	16,90
Acide sulfurique.......		0.32.19	124,62	84,62	40,00	15,38	10,00
Id.		0.42. 1	116,81	78,15	38,66	21,85	11,34
Id.	3 couples sans rhéostat.	1. 1.32	100,00	67,69	32,31	32,31	17,69
Id.		1.45. 0	81,40	56,39	25,01	43,61	24,99
Id.	3 couples et rhéostat.	3.30. 0	58,76	40,47	18,29	59,47	31,71
Id.		3.31. 0	51,46	35,67	15,79	64,33	34,21
Id. (A)....		21.42. 0	2,33	non analysé	"	"	"
Id. (B)....		47.15. 0	0,25	non analysé	"	"	"

» Il ne me reste plus qu'à interpréter les résultats fournis par les expé-

riences que je viens de rapporter et à faire intervenir, comme je l'ai dit en commençant, l'élément thermique résultant de la détermination de l'énergie voltaïque des électro-moteurs.

» La quantité sans cesse décroissante du volume gazeux que fournit le voltamètre non cloisonné (*voir* le tableau, p. 1465), quantité déjà très-faible dans l'expérience (A) et presque nulle dans l'expérience (B), peut s'expliquer facilement, et n'infirme en rien la loi de Faraday. En effet, lorsque la liqueur acide du voltamètre contient une quantité suffisante d'oxygène, et lorsque l'électrolyse marche avec une grande lenteur, l'hydrogène qui prend naissance peut être brûlé presque complétement par l'oxygène en dissolution, et ce liquide ainsi appauvri peut se charger d'une nouvelle quantité d'oxygène fournie par l'électrolyse.

» En ralentissant encore la marche de l'opération, on pourrait arriver, sans doute, à ne plus avoir de dégagement gazeux dans le voltamètre, sans qu'il fût permis pour cela d'affirmer que l'électrolyse de l'acide sulfurique ne s'est pas produite, puisqu'une pile composée de trois éléments de Smée possède une énergie voltaïque capable d'opérer l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu.

» Il n'en est pas de même lorsqu'on opère avec une pile qui ne renferme plus que deux élémeuts, comme dans l'expérience (II); car, dans ce cas, l'énergie voltaïque de la pile ne peut plus opérer l'électrolyse de l'acide sulfurique, puisqu'elle n'est plus exprimée que par 30000 calories, environ, et qu'il en faut 45000, environ, pour électrolyser l'acide mis en expérience.

» A ceux qui pourraient encore objecter que, dans l'expérience (II), l'énergie voltaïque de la pile est renforcée par la combustion de l'hydrogène qui peut prendre naissance dans le voltamètre (parce qu'il peut y être brûlé immédiatement par l'oxygène dissous dans le liquide acide, ce qui constituerait un phénomène *synélectrolytique*), je rappellerai : 1° que les expériences dans lesquelles l'hydrogène a été brûlé par l'oxygène emprunté à l'eau oxygénée sont loin de venir à l'appui de cette manière de voir; 2° que les choses se sont passées de la même manière lorsque le liquide du voltamètre ne renfermait pas d'oxygène, comme dans l'expérience (III), et lorsque c'était du cuivre qui aurait dû se séparer du sulfate de cuivre, comme dans l'expérience (V).

» Bien plus, je ferai remarquer que : 1° dans l'expérience (V), le dépôt de cuivre a été beaucoup plus considérable sur la surface extérieure du vase poreux que sur la lame de platine du couple, ce qui peut s'expliquer

facilement par la moindre épaisseur de la tranche liquide entre le zinc amalgamé et la surface de séparation des deux liquides, dans le couple, comparée à l'épaisseur plus considérable de la tranche liquide qui, dans le voltamètre, séparait le même zinc amalgamé de la lame de platine du même couple; et 2° que, dans l'expérience (VI), c'est la première tranche liquide qui, seule, a joué le rôle de conducteur.

» Je crois inutile d'insister sur la signification des expériences (VII) et (VIII).

» Il faut donc admettre que *les liquides ont une conductibilité propre*, et l'on est nécessairement conduit à se demander si, dans l'expérience (B) du tableau, la faible quantité de gaz dégagé dans le voltamètre peut s'expliquer uniquement par la combustion de la presque totalité de l'hydrogène mis en liberté aux dépens de l'oxygène dissous dans le liquide du voltamètre.

» Ne faut-il pas faire intervenir, en même temps, la conductibilité propre du liquide du voltamètre, qui, à mesure que l'électrolyse se ralentit, fonctionne à la manière d'un arc de dérivation, à travers lequel une partie de plus en plus considérable du courant peut passer sans produire de décomposition ? »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. d'Arlincourt soumet au jugement de l'Académie la description d'un nouveau relais télégraphique.

D'après l'auteur, ce relais fonctionne d'une manière complétement indépendante de l'action du magnétisme rémanent, du sens et de l'intensité du courant de ligne. Il marche avec une très-grande vitesse et *sans réglage;* il inverse avec la plus grande facilité, et permet de supprimer le courant de retour. Il est actuellement en service à l'Administration centrale.

1° Comme relais local, il a permis de transmettre autographiquement et directement de Paris à Marseille, avec la vitesse de l'appareil *Hughes;*

2° Comme relais de translation, il permet de correspondre, avec le maximum de vitesse, de Marseille à Londres à travers le câble de Dieppe.

(Renvoi à la section de Physique.)

M. Grimaud (de Caux) prie l'Académie de vouloir bien renvoyer à la Commission du legs Bréant sa Note sur l'origine du choléra à Marseille en 1865.

(Renvoi à cette Commission.)

M. Montenat adresse une Note concernant un procédé pour la destruction du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Louvet adresse une Note relative à son procédé de conservation des céréales par l'action du vide.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Allégret adresse une Note intitulée : « Observations sur deux théorèmes inexacts d'Euler ».

(Renvoi à l'examen de M. Liouville.)

M. Carvallo adresse une Note portant pour titre : « Résolution de quelques intégrales nouvelles ».

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. Codron adresse, par l'entremise de M. le comte Jaubert, la description d'un appareil destiné à arrêter les chevaux emportés.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. Johann Ambrosius Barth écrit de Leipsick :

1° Que l'*intérêt personnel seul* l'a guidé, quand il a écrit à l'Académie, *comme éditeur* des ouvrages qu'il lui adressait (1);

2° Que *les savants engagésdans cette controverse sont complétement étrangers à sa lettre*.

Ces déclarations, qu'il souligne lui-même, enregistrées selon son propre désir, dans les *Comptes rendus*, donnent satisfaction à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Note de M. *L. Dufour*, intitulée : « Observations siccimétriques à Lausanne ».

M. le Secrétaire perpétuel signale également une Note de MM. *H. de Ruolz* et *A. de Fontenay* sur les travaux faits de 1854 à 1859 pour l'amélioration du métal des bouches à feu, en bronze ou en fonte de fer.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 11 décembre 1871, p. 1357.

En raison de l'importance actuelle de cette question, M. le Secrétaire perpétuel croit devoir donner lecture des passages suivants de cette Note :

« Les douloureux événements qui se sont accomplis depuis une année nous ont empêchés d'avoir plus tôt connaissance d'un Mémoire publié en 1870, à Bruxelles, par MM. Montefiore-Levi et Kunzel, sous le titre de : « Essais sur l'emploi de divers alliages, et spécialement du bronze phosphoreux, pour la coulée des bouches à feu. »

» En présence de cette publication, des comptes rendus dont elle a fait l'objet dans divers journaux, enfin de la Communication faite par les auteurs à l'Académie des Sciences de Paris, le 28 août dernier, il nous est devenu impossible de garder plus longtemps le silence sur les travaux absolument identiques faits par nous, du commencement de 1854 à la fin de 1859, et sur les expériences auxquelles ils ont donné lieu pendant ces six années, de la part de l'Artillerie de la Guerre et de celle de la Marine, dans les fonderies et polygones de Douai, de Strasbourg et de Nevers.

» Nos procédés y ont été expérimentés au point de vue le plus pratique et de la manière la plus complète.

» Nous n'avons pas à rendre compte ici des résultats produits par le tir prolongé de plusieurs pièces d'artillerie de divers calibres.

» En effet, notre but unique était alors (comme il le serait encore aujourd'hui) de faire don à notre artillerie de procédés utiles, sans y attacher même aucun désir de renommée; car nous espérions que le Gouvernement français pourrait en garder le secret, ce qui excluait toute idée d'une publicité dont les nations hostiles à la France auraient pu profiter.

» Nous pourrions produire une longue série de preuves à l'appui de notre juste réclamation : les documents dont nous joignons ici les extraits, et dont nous tenons les originaux à la disposition de qui de droit, suffisent à démontrer de la manière la plus incontestable notre priorité de longue date :

» 1° Pour l'emploi du *phosphore*, à dose déterminée, dans le bronze d'artillerie;

» 2° Pour l'usage, dans le même but, du *manganèse*, soit seul, soit associé à d'autres métaux;

» 3° Pour l'amélioration de la fonte de fer au point de vue de la résistance des pièces, au moyen du *nickel* introduit dans la fonte à l'aide de substances indiquées par nous à l'Artillerie, et que les motifs exposés plus haut nous empêchent de désigner ici.

» En résumé :

» Si l'on admet l'utilité réelle de l'emploi du *bronze phosphoreux* (même avec le système actuel de la rayure), c'est à nous que doit être reconnu le faible mérite d'en avoir eu la première idée et de l'avoir expérimenté en grand.

» Si, enfin, les corps de l'Artillerie de terre et de mer jugent utile de connaître nos autres essais mentionnés dans les pièces ci-jointes, ainsi que les travaux particuliers que nous avons faits depuis, nous nous tenons à la disposition du Gouvernement pour les communiquer avec toutes les conditions de secret dans lesquelles nous croirons toujours de notre devoir de maintenir les recherches de ce genre. (*Suivent les pièces.*)

» ...Sans prétendre dicter des règles de conscience à qui que ce soit, nous pensons qu'*aucune* invention se rattachant à l'art de la guerre ne doit (quelle que soit sa valeur) être publiée

par son auteur : il en doit, selon nous, le don gratuit, et (dans toutes les limites du possible) le secret à sa patrie.

» Deux industriels étrangers ont livré au public, comme leur appartenant, et de très-bonne foi sans doute, quelques-uns des procédés par nous donnés depuis seize ans à l'Artillerie française : dès lors, il n'existe plus de motif qui nous interdise d'en revendiquer l'*évidente priorité*.

» Quant aux épreuves auxquelles ces procédés ont donné lieu, leur description et les conséquences qui en ont été déduites sont et restent la propriété du corps de l'Artillerie. »

M. **Maurice Levy** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. le général *Piobert*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ALGÈBRE. — *Sur l'équation du cinquième degré.* Extrait d'une Lettre de **M. Brioschi** à M. Hermite.

« Voici quelques observations sur votre fonction $W_\infty = GG_1G_2G_3G_4$, pour laquelle vous avez déjà annoncé que l'expression de A donnée par la fonction $puW + qu$ ne contient pas le terme en pq. J'observerai, avant tout, qu'on peut déterminer une infinité de fonctions pour lesquelles le coefficient du produit des deux indéterminées p, q est identiquement égal à zéro. En effet, de l'équation

$$f(y) = (y-a)^6 - 4a(y-a)^5 + 10b(y-a)^3 - 4c(y-a) + 5b^2 - 4ac = 0,$$

on déduit

$$f'(y)\frac{dy}{db} + f'(b) = 0, \quad f'(y)\frac{dy}{dc} + f'(c) = 0,$$

ou

$$\frac{dy}{db} = -10\frac{(y-a)^3 + b}{f'(y)}, \quad \frac{dy}{dc} = \frac{4y}{f'(y)};$$

en conséquence

$$\sum \frac{dy}{db} = 0, \quad \sum \frac{dy}{dc} = 0.$$

» Or, en posant

$$\sqrt{Y} = p\sqrt{y} + q\frac{d\sqrt{y}}{db} + r\frac{d\sqrt{y}}{dc},$$

les quantités Y sont, comme il est connu, les racines d'une équation

$$(Y-A)^6 - 4A(Y-A)^5 + 10B(Y-A)^3 - 4C(Y-A) + 5B^2 - 4AC = 0,$$

et l'on aura

$$A = \frac{1}{10} \sum Y.$$

» Mais

$$Y = p^2 y + q^2 \left(\frac{d\sqrt{y}}{db}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\sqrt{y}}{dc}\right)^2 + 2qr \frac{d\sqrt{y}}{db} \frac{d\sqrt{y}}{dc} + pq \frac{dy}{db} + pr \frac{dy}{dc}.$$

et

$$\sum Y = p^2 \sum y + q^2 \sum \left(\frac{d\sqrt{y}}{db}\right)^2 + r^2 \sum \left(\frac{d\sqrt{y}}{dc}\right)^2 + 2qr \sum \frac{d\sqrt{y}}{db} \frac{d\sqrt{y}}{dc},$$

les coefficients de pq, pr étant égaux à zéro.

» Votre fonction uW se déduit de celle que j'ai considérée dans mon premier travail sur la méthode de M. Kronecker, $\sqrt{y} = u + \omega v$, par une opération analogue à la combinaison

$$q \frac{d\sqrt{y}}{db} + r \frac{d\sqrt{y}}{dc}.$$

» En effet, soient :

$f(x) = (a_0, a_1, \ldots, a_5)(x, 1)^5$ l'équation du cinquième degré;

$h(x) = (h_0, h_1, \ldots, h_6)(x, 1)^6$ son hessien;

$l = l_0 x + l_1$, $m = m_0 x + m_1$ les deux covariants linéaires du cinquième et du treizième ordre; par conséquent,

$l_0 m_1 - l_1 m_0$, à un facteur près, l'invariant du dix-huitième degré $\mathfrak{R}$.

Or en indiquant par $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$ les deux opérations

$$l_1 \left[h_0 \frac{d}{da_0} + h_1 \frac{d}{da_1} + \ldots + h_5 \frac{d}{da_5}\right] - l_0 \left[h_1 \frac{d}{da_0} + h_2 \frac{d}{da_1} + \ldots + h_6 \frac{d}{da_5}\right],$$

$$m_1 \left[h_0 \frac{d}{da_0} + h_1 \frac{d}{da_1} + \ldots + h_5 \frac{d}{da_5}\right] - m_0 \left[h_1 \frac{d}{da_0} + h_2 \frac{d}{da_1} + \ldots + h_6 \frac{d}{da_5}\right],$$

on trouve

$$\mathfrak{P}(\sqrt{y}) = \mathfrak{P}(u + \omega v) = \tfrac{1}{20}(l_1 r + l_0 \rho)(u - \omega v),$$

$$\mathfrak{Q}(\sqrt{y}) = \mathfrak{Q}(u + \omega v) = \tfrac{1}{20}(m_1 r + m_0 \rho)(u - \omega v),$$

étant

$$r = a_0 [x_0 x_1 + x_1 x_2 + \ldots + x_4 x_0 - x_0 x_2 - x_2 x_4 - \ldots - x_3 x_0],$$

$$\rho = a_0 [x_0 x_1 x_2 + x_1 x_2 x_3 + \ldots + x_4 x_0 x_1 - x_0 x_2 x_4 - x_2 x_4 x_1 - \ldots - x_3 x_0 x_2].$$

Or on a, à un facteur numérique près,

$$W = l_1 r + l_0 \rho,$$

ce que l'on prouve en observant que

$$\Sigma r u^2 = 80 l_0, \quad \Sigma \rho u^2 = -80 l_1;$$

par conséquent

$$80 \mathrm{W} = \rho \Sigma r u^2 - r \Sigma \rho u^2 = (\rho r_0 - r\rho_0) u_0^2 + \ldots + (\rho r_4 - r\rho_4) u_4^2;$$

mais

$$\rho r_0 - r\rho_0 = 2(u_4 - u_1), \quad \rho r_1 - r\rho_1 = 2(u_0 - u_2)\ldots;$$

donc

$$40\mathrm{W} = u_0^2(u_4 - u_1) + u_1^2(u_0 - u_2) + u_2^2(u_1 - u_3) + u_3^2(u_2 - u_4) + u_4^2(u_3 - u_0),$$

comme il est connu. Enfin en nommant h, i, j les invariants des quatrième, huitième, douzième degrés de $f(x)$, on a

$$(l_1 r + l_0 \rho)(u - \omega v) = \frac{1}{25}\mathfrak{R}\frac{d\sqrt{y}}{dj} = \frac{1}{25}\mathfrak{R}\frac{d(u + \omega v)}{dj},$$

ou, en se rappelant que

$$a = \frac{1}{2\sqrt{5}}(h - 3\delta\sqrt{5}),$$

$$b = \frac{4^2}{3.5^2\sqrt{5}}\left[3i(h + 5\delta\sqrt{5}) - 64j\right], \quad c = -\frac{4^2}{3.5^2\sqrt{5}}(h + 5\delta\sqrt{5})^2 j,$$

si l'on pose

$$125\delta^2 = h^2 - 128i,$$

on trouve

$$(l_1 r + l_0 \rho)(u - \omega v) = -\frac{4^2}{3.5^2\sqrt{5}}\mathfrak{R}\left[64\frac{d\sqrt{y}}{db} + (h + 5\delta\sqrt{5})^2\frac{d\sqrt{y}}{dc}\right],$$

comme je voulais le démontrer.

» La propriété que votre fonction $\mathrm{W}(u - \omega v)$ est la dérivée de la quantité $u + \omega v$ par rapport à l'invariant j du douzième degré me semble très-intéressante. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'état des corps dans les dissolutions (sels métalliques); par* **M. Berthelot.**

« **1.** Les doubles décompositions entre sels dissous peuvent être constatées et, jusqu'à un certain point, mesurées, toutes les fois qu'une base, en s'unissant à deux acides donnés, en présence d'une quantité d'eau déterminée, dégage des quantités de chaleur telles, que leur différence ne soit pas la même que celle des quantités de chaleur dégagées par une autre

base unie aux deux mêmes acides :

$$N - N_1 > N' - N'_1.$$

» J'ai montré l'application de ce théorème à l'étude des sels ammoniacaux, du carbonate d'ammoniaque spécialement. Je me propose aujourd'hui de soumettre à une étude analogue les sels métalliques, formés par les oxydes de zinc, de cuivre, de plomb, de peroxyde de fer, etc. Le résultat général de cette étude est toujours le même : le sel le plus stable, produit par l'union de l'acide fort avec la base forte, se forme de préférence. Voici les faits : leur étude repose sur une remarque fondamentale qu'il convient de présenter d'abord.

» 2. La chaleur dégagée dans la formation des sels métalliques varie avec la proportion d'eau mise en présence, et cela dans des limites bien plus étendues que pour les sels alcalins : par exemple :

$C^4H^3ZnO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 10^{\text{lit}}$) + KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) dégage... $+4^c,40$,

tandis que

$C^4H^3ZnO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + KO ($1^{\text{équiv}} = 10^{\text{lit}}$) dégage... $+5^c,40$.

» Ce résultat est dû à peu près en totalité à la dilution inégale de l'acétate de zinc, car la dilution d'un équivalent de potasse déjà dissoute, depuis 2 litres jusqu'à 10 litres, ne donne pas lieu à un effet thermique appréciable; l'effet de la dilution semblable de l'acétate alcalin ou de l'acide acétique n'est guère moins petit. Au contraire, la dilution semblable de l'acétate de zinc,

$C^4H^3ZnO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($8^{\text{lit}}$) dégage........... $+1^c,01$
$C^4H^3ZnO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($2^{\text{lit}}$) » .... $+0,50$.

» J'ai trouvé, en outre, que

$C^4H^4O^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) dégage...... $+13^c,33$.

» Il suit de ces chiffres que

ZnO (hydraté) + $C^4H^4O^4$, en présence de 110 H^2O^2 environ, dégage... $+7^c,93$
» » en présence de 220 H^2O^2 » » ... $+8,43$
» » en présence de 550 H^2O^2 » » ... $+8,93$.

» Ce changement se poursuit sans doute plus loin encore; mais la grandeur des variations thermométriques, décroissant avec la dilution, ne permet guère de suivre au delà le phénomène avec précision.

» Des résultats analogues, quoique moins tranchés, peuvent être ob-

servés avec un grand nombre de sels métalliques, spécialement avec divers sels de zinc et de cuivre.

» Au contraire, la formation des acétates de potasse et de soude, à partir d'une certaine dilution, telle que $110 H^2O^2$ par équivalent de sel, fournit des résultats thermiques à peu près indépendants de la dilution. Il en est de même du sulfate de soude et du sulfate de zinc, comme le montrent les chiffres suivants :

SO^4Zn ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($8^{\text{lit}}$) dégage..................	+ 0,02
SO^4Na ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($8^{\text{lit}}$) dégage..................	− 0,15
$C^4H^3NaO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($8^{\text{lit}}$) dégage..............	+ 0,10

» Tous ces nombres ne dépassent guère la limite d'erreur des expériences, non plus que la chaleur absorbée ou dégagée dans la dilution des acides et des bases génératrices.

» 3. Ceci posé, on doit pouvoir constater l'existence des doubles décompositions entre les acétates alcalins et les sels de zinc, si l'on opère avec des sels dissous dans deux états de concentration différente. Car, si

$$N - N_1 = N' - N'_1 \quad \text{approximativement}$$

pour une certaine concentration, cette égalité ne saurait subsister pour une concentration différente, puisque la chaleur de formation de l'acétate de zinc varie notablement, à l'exclusion des trois autres.

» 4. En effet, j'ai trouvé

SO^4Na ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + $C^4H^3ZnO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$).........	+ 0,45
SO^4Zn ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + $C^4H^3NaO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$).........	− 0,34
$K_1 - K = N - N_1 - (N' - N'_1) =$..................	+ 0,79

» La dilution simple de $C^4H^3ZnO^4$, par la même quantité d'eau qui dissout SO^4Na, aurait dégagé + 0,50, et la dilution simple de SO^4Na − 0,07 : la somme diffère peu de + 0,45 ; ce qui indique une réaction nulle ou peu avancée.

Au contraire, la dilution simple de SO^4Zn dégagerait + 0,10, et celle de $C^4H^3NaO^4$ + 0,02, quantités dont la somme + 0,12 (à peine distincte des erreurs des expériences) diffère notablement de − 0,34. Cette dernière valeur répond donc à une décomposition du système en acétate de zinc et sulfate de soude, décomposition très-avancée, bien que la complexité des effets qui se superposent dans son accomplissement empêchent d'affirmer qu'elle soit totale; cependant le résultat de l'expérience inverse est conforme à une telle opinion.

» Ces conclusions sont confirmées par les expériences faites avec des liqueurs diversement étendues :

		$K_1 - K$.
$C^4H^3ZnO^4(1^{\text{équiv}} = 10^{\text{lit}}) + SO^4Na(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}})$....	$-0,09$	$+0,03$
$C^4H^3NaO^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + SO^4Zn(1^{\text{équiv}} = 10^{\text{lit}})$....	$-0,12$	
$C^4H^3ZnO^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + SO^4Na(1^{\text{équiv}} = 10^{\text{lit}})$....	$+1,09$	$+1,09$
$C^4H^3NaO^4(1^{\text{équiv}} = 10^{\text{lit}}) + SO^4Zn(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}})$....	$+0,00$	

» La dilution de l'acétate de zinc est encore ici le phénomène dominant. Quand ce sel préexiste sans être dilué, il dégage toute la chaleur correspondant à la dilution, quantité très-supérieure à la dilution des trois autres sels. S'il est déjà dilué, le phénomène thermique est insignifiant. Il en est de même s'il prend naissance dans des liqueurs étendues, parce que, dans de telles liqueurs,

$$N - N_1 = N' - N'_1 \text{ sensiblement.}$$

» En résumé, le sulfate de soude, sel formé par la base forte unie à l'acide fort, et l'acétate de zinc, sel formé par la base faible unie à l'acide faible, prennent naissance de préférence dans les diverses dissolutions dont la composition est équivalente.

» 5. L'acétate de cuivre donne lieu à des résultats analogues, quoique moins tranchés, parce que la dilution de ce sel dégage moins de chaleur que celle de l'acétate de zinc : j'ai reconnu que ce sel prend naissance en quantité considérable, sinon totale, lorsqu'on mélange le sulfate, le chlorure, l'azotate de cuivre avec l'acétate de soude. En effet,

$$C^4H^3CuO^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + AzO^6Na(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \text{ dégage... } +0,10,$$

quantité qui ne s'écarte guère de la somme des quantés de chaleur mises en jeu lorsqu'on étend séparément, et à la même température, la dissolution de chacun de ces sels avec le même volume d'eau, somme égale à $+0,21$. Au contraire,

$$C^4H^3NaO^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + AzO^6Cu(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \text{ dégage... } -0,47,$$

nombre fort différent de $+0,14$, somme des quantités mises en jeu dans la dilution des deux sels séparés. Ce même nombre $-0,47$ est très-voisin de $-0,57$, qui exprime la chaleur absorbée dans l'hypothèse d'une transformation complète de l'acétate de soude en acétate de cuivre, et de l'azotate de cuivre en azotate de soude, les deux sels demeurant dissous séparément : la différence $+0,10$ semble représenter les effets dus au simple mélange des deux liqueurs, sans action chimique proprement dite,

effets assez voisins de la somme de ceux que l'eau pure exerce sur chacune des liqueurs séparément : j'ai déjà signalé cette relation.

» Résultats analogues pour le sulfate de cuivre, le chlorure de cuivre et même l'azotate de plomb mélangés avec l'acétate de soude.

» Mais les doubles décompositions sont plus nettes et donnent lieu à une discussion plus intéressante avec les sels de peroxyde de fer, que je vais maintenant examiner. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine du carbone fixé par les végétaux à chlorophylle.* Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« De nombreuses expériences ont été entreprises sur cette importante question de physiologie végétale, l'assimilation du carbone a été particulièrement étudiée par M. Boussingault, et nous trouvons ainsi résumées ces remarquables expériences :

« Des pois semés dans du sable, arrosés d'eau seulement, ont trouvé dans l'air tout le carbone nécessaire pour se développer, fleurir et fructifier.

» Toutes les plantes fixent du carbone, toutes l'empruntent à l'acide carbonique, soit que celui-ci soit pris directement à l'air par les feuilles, soit que les racines puisent directement dans la terre les eaux pluviales imprégnées d'acide carbonique, soit que les engrais, se décomposant dans le sol, fournissent de l'acide carbonique dont les racines s'emparent pour le transporter aux feuilles (1). »

» Les cultures réalisées dans un sol aride prouvent bien que l'acide carbonique est la source à laquelle les végétaux puisent leur carbone, mais elles ne peuvent démontrer si le carbone assimilé provient exclusivement de l'acide carbonique de l'atmosphère absorbé par les feuilles ou si ce gaz, dissous dans l'eau qui mouille le sol, y est puisé par les racines.

» Plusieurs physiologistes pensent même, avec J. Sachs, que « les plantes » non parasites, à feuilles vertes, qui vivent dans un sol très-riche, forment » leur substance combustible en partie en absorbant les matières organi» sées, en partie en décomposant l'acide carbonique (2). »

» Dans les expériences que j'ai entreprises, j'ai étudié le mode d'assimilation de l'acide carbonique et l'influence que les matières organiques contenues dans le sol peuvent exercer sur l'accroissement du végétal. Dans ce but, j'ai recherché si une plante à chlorophylle en pleine végétation peut continuer

---

(1) *Statique chimique des êtres organisés*, par MM. Dumas et Boussingault, p. 23.

(2) *Physiologie végétale*, p. 143 ; Genève, 1868.

à se développer lorsqu'on soustrait ses parties vertes à l'action de l'acide carbonique de l'atmosphère. Les plantes sur lesquelles j'ai expérimenté végétent dans un grand vase contenant environ 25 à 30 litres de terre de bonne qualité; je choisis un sujet de force moyenne, et je l'introduis dans un cylindre de verre, sorte de bouteille renversée, munie, à la partie inférieure, d'un orifice long et étroit; l'espace compris entre cet orifice et la tige de la plante est rempli de coton cardé, ou mieux d'amiante légèrement tassée. Comme on le voit, la plante, ainsi disposée, conserve ses racines en terre, tandis que sa tige et ses feuilles, renfermées dans un vase de verre blanc, peuvent recevoir, par un orifice latéral, un courant d'air préalablement dépouillé d'acide carbonique.

» Avant d'arriver au contact de la plante, l'air lancé par un gazomètre de 500 litres traverse une lessive de potasse caustique, puis une dissolution de chaux, qui, en se troublant, décèlerait les dernières traces d'acide carbonique entraînées; enfin, cet air se lave dans un flacon d'eau distillée, privée d'acide carbonique.

» Le courant d'air qui arrive au contact de la plante avec une pression légèrement supérieure à celle de l'atmosphère tend à s'échapper à travers l'amiante et s'oppose entièrement, ainsi que je l'ai constaté, à la rentrée de l'acide carbonique de l'air extérieur.

» J'ai expérimenté sur des végétaux d'espèces très-différentes, des Lentilles, une Passiflore, un Colza; dans tous les cas, les résultats constatés ont été exactement les mêmes: dès que l'acide carbonique cesse d'arriver au contact des parties vertes de la plante, son développement s'arrête, ses feuilles inférieures jaunissent et tombent, la vie semble se retirer à la partie supérieure de la tige, qui bientôt se dessèche et meurt à son tour.

» Lorsque la plante va périr, si l'on substitue à l'eau distillée du flacon laveur, une faible dissolution d'acide carbonique, la vie presque éteinte se ranime, et la plante, après avoir développé de nouvelles feuilles, peut parcourir dans mes appareils toute sa période végétative.

» Les expériences nombreuses que j'ai entreprises, et qui toutes ont donné des résultats concordants, m'autorisent à conclure que l'acide carbonique dissous, ainsi que les produits de la décomposition des engrais mis au contact des racines, sont absolument insuffisants pour l'entretien de la vie des plantes à chlorophylle; je dois conclure également que tout le carbone fixé par ces végétaux provient de l'acide carbonique de l'atmosphère, qui, absorbé par les organes verts, se décompose et se transforme en produits organisés, sous l'influence de la lumière. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Appareil pouvant servir à mesurer les températures d'altération et de détonation des composés explosifs.* Note de **MM. L. Leygue et Champion.** (Extrait.)

« L'appareil est fondé sur la distribution connue de la température dans une barre métallique chauffée à l'une de ses extrémités. La barre qui a servi à déterminer les chiffres réunis à la fin de cette Note était en cuivre, de $0^m,025$ de diamètre et de $0^m,60$ de longueur. Des cavités creusées à des distances égales, et remplies d'huile ou d'alliage de Darcet, indiquaient les températures intérieures, de $0^m,10$ en $0^m,10$, à partir de l'extrémité froide; une construction graphique donnait les températures des autres points.

» Dès que la température marquée par les thermomètres devenait stationnaire, les corps à étudier étaient déposés sur la barre et approchés progressivement de la source, jusqu'à la division où ils éprouvaient la modification que l'on voulait obtenir.

» Nous considérons comme indispensable d'interposer un écran entre l'appareil et la source, afin d'éviter l'influence du rayonnement.

Températures d'inflammation et de détonation de quelques composés explosifs (1).

Poudre des amorces pour Chassepot	191°
Fulminate de mercure	200
Poudre formée d'un mélange de { chlorate de potasse (1 p.), soufre (1 p.) }	200
Protoxyde d'Abel (pâte à papier)	205
Coton poudre	220
Poudre formée d'un mélange de { sulfure d'antimoine (1 p.), chlorate de potasse (1 p.) }	280
Poudre de chasse	288
Poudre à canon	295
Picrate de mercure, Picrate de plomb, Picrate de fer } détonent	296
Poudre au picrate, pour torpilles (Designolles)	315
Poudre à mousquet, au picrate	358
Poudre à canon, au picrate	380
Safran artificiel	315
Acide picrique, picrate de magnésie, d'ammoniaque, de potasse	336
Nitroglycérine détone	256-257
Inflammation du soufre à l'air	246 »

(1) Ces nombres ont été déterminés avec le concours de M. H. Pellet, dont nous avons déjà, à plusieurs reprises, signalé l'habileté.

MINÉRALOGIE. — *Analyse de l'amblygonite (Montebrasite) de Montebras (Creuse).* Note de **M. F. Pisani.** (Extrait.)

« Dans la séance du 31 juillet 1871, M. Moissenet a présenté à l'Académie un Mémoire « sur un nouveau fluophosphate, trouvé dans le gîte » d'étain de Montebras (Creuse). » Ce minéral, quoique ayant la même composition qualitative que l'amblygonite, la même densité et le même angle de clivage, constituerait cependant une espèce nouvelle, d'après l'analyse qui en a été faite au laboratoire d'essai de l'École des Mines. Dans une Note présentée dans la même séance, M. Des Cloizeaux, se fondant sur cette différence de composition, ainsi que sur quelques propriétés optiques autres que celles de l'amblygonite, a proposé de désigner le nouveau minéral sous le nom de *Montebrasite*.

» Frappé des analogies d'aspect de ce minéral avec l'amblygonite, dont il a exactement la même densité, la même dureté, le même angle de clivage, les mêmes propriétés pyrognostiques, ainsi que la même composition qualitative, il m'a semblé qu'il serait utile de reprendre l'analyse du fluophosphate de Montebras, et de voir, en variant les méthodes, s'il a en effet la composition qu'on lui a trouvée et s'il constitue bien une espèce nouvelle.

» ... Voici quels sont, en moyenne, les résultats de mes analyses :

Fluor	8,20
Acide phosphorique	46,15
Alumine	36,32
Lithine	8,10
Soude	2,58
Oxyde de manganèse	0,40
Perte au feu	1,10
	102,85

» Ces nombres, qui s'accordent assez bien avec ceux qu'a obtenus M. Rammelsberg pour l'amblygonite d'Arnsdorf, démontrent avec évidence que la Montebrasite n'est pas une espèce nouvelle, comme on l'a supposé, mais bien une véritable amblygonite, dont elle a également tous les caractères minéralogiques, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut. La seule différence qui existe entre cette amblygonite et celle de Saxe, c'est que la première contient un peu moins de soude. Le nom de *Montebrasite* ne peut donc plus être conservé pour cette espèce, à laquelle on doit resti-

tuer son véritable nom minéralogique. L'amblygonite étant jusqu'à présent un minéral fort rare et trouvé seulement en très-petite quantité en Saxe et aux États-Unis, il est fort intéressant qu'on l'ait retrouvée en si grande abondance au gîte d'étain de Montebras. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Modifications que subit l'acide nitreux au contact du sol.* Note de **M. Chabrier**, présentée par M. Boussingault.

« Les recherches dont je vais exposer les résultats ont eu pour point de départ deux systèmes d'expériences, dans lesquelles des solutions de nitrites alcalins étaient mises en contact avec le sol arable dans deux conditions différentes.

» Dans le premier système, le contact était intermittent et restreint, comme cela se produit d'ordinaire lorsque la pluie tombe sur le sol.

» Dans le deuxième système, au contraire, l'immersion était complète et continue, comme dans un terrain noyé, où l'écoulement des eaux reste au-dessous de leur apport.

» *Premier système d'expériences.* — Les conditions indiquées pour ce premier cas ont été réalisées au moyen de solutions titrées de nitrites alcalins, répandues en volume déterminé et sous forme de pluies à la surface de sols artificiels, formés de terres privées, par des lavages à l'eau distillée, de toutes traces de nitrates ou de nitrites. Ces terres étaient disposées, en poids connus, par couches d'épaisseurs uniformes, dans de grands cristallisoirs en verre. Lorsque la surface était convenablement humectée, j'abandonnais la terre à l'air libre, jusqu'à dessiccation complète. La pluie artificielle était alors renouvelée, puis la terre laissée de nouveau à elle-même, et ainsi de suite jusqu'à épuisement de la dose de solution consacrée à chaque expérience. La série de ces opérations alternatives étant terminée, la terre était retournée, mélangée dans toutes ses parties, amenée enfin à un degré de dessiccation et de pulvérisation convenable, puis soumise au même mode d'épuisement que toutes les terres sur lesquelles ont porté mes expériences précédentes (1).

» Les dosages d'acide nitreux et d'acide nitrique, opérés sur les lessives provenant des terres soumises au traitement que je viens de décrire, ont certainement accusé des doses assez fortes d'acide nitrique, quoique je

(1) *Comptes rendus*, séances des 17 et 24 juillet 1871.

n'eusse versé à leur surface que de l'acide nitreux, et qu'elles fussent elles-mêmes exemptes d'acide nitrique. C'est là un fait important, prévu jusqu'à un certain point, mais dont on n'apprécierait pas toute la portée si l'on s'en tenait à une constatation sommaire.

» En effet, lorsqu'on voit, dans plusieurs expériences successives, la terre arrosée de nitrite d'ammoniaque rendre non-seulement de l'acide nitrique, en quantité équivalente à une portion de l'acide nitreux qu'elle a reçu, mais encore céder à l'eau des doses d'acide nitreux et d'acide nitrique dont le total dépasse de beaucoup ce que la première mise d'acide nitreux peut fournir, soit en acide nitreux non suroxydé, soit en acide nitrique par transformation; lorsqu'on obtient, dis-je, un semblable résultat, on est autorisé à supposer qu'au contact du sol d'autres éléments entrent en jeu. Il est permis de penser que les actions simultanées de l'acide nitreux, de l'ammoniaque libre ou combinée, des matières organiques et des agents atmosphériques, produisent autre chose que la suroxydation pure et simple de l'acide nitreux existant ou apporté. C'est ce que je me propose d'examiner, avec le soin que de semblables recherches exigent. Je me réserve de présenter les résultats déjà obtenus, et auxquels je viens de faire allusion, lorsque j'aurai pu les coordonner, d'une manière méthodique, avec ceux des expériences complémentaires que je viens d'annoncer.

» *Deuxième système d'expériences.* — Dans cette deuxième série d'expériences, les résultats, non moins singuliers que les précédents, sont beaucoup plus simples et plus nets. Il peut rester des doutes sur leur interprétation, mais leur constance et leur généralité sont incontestables.

» Je vais exposer en détail l'une de mes expériences et en discuter les résultats. Parmi les autres experiences, je me bornerai à mentionner ensuite celles qui m'ont paru les plus décisives.

» J'ai fait filtrer d'une manière continue, dans l'appareil spécial qui a servi aux expériences précédentes, une solution de nitrite alcalin, contenant 7^{mmc},20 d'acide nitreux par litre, sur 500 grammes de terre préalablement purgée, par des lavages à l'eau distillée, de la totalité des acides nitreux et nitrique qu'elle renfermait. Cette terre avait en outre été séchée à l'étuve à 100 degrés, puis pulvérisée.

» L'opération commença le 6 avril et fut arrêtée le 16 juillet 1870. Le tableau suivant en fait connaître la marche et les résultats :

Dates des dosages.	Numéros des lots.	Volumes des lots.	Acide nitreux.	Acide nitrique.	Acide nitreux par 1cc de chaque lot.	Acide nitrique par 1cc de chaque lot.
		cc	mmc	mmc	mmc	mmc
Avril 6......	1	45,00	0,950	4,650	0,021	0,1350
12......	2	145,00	0,270	1,049	0,018	0,0099
13......	3	10,50	0,000	0,098	0,000	0,0093
14......	4	28,00	»	0,186	»	0,0066
16......	5	65,00	»	0,314	»	0,0053
21......	6	100,00	»	0,466	»	0,0046
27......	7	104,00	»	0,416	»	0,0040
29......	8	30,00	»	0,087	»	0,0011
Mai 2......	9	48,00				
6......	10	57,00	»	0,033	»	0,0004
9......	11	25,00				
19......	12	200,00	»	0,000	»	0,0000
Juil. 16......	24	322,00	»	»	»	»
		1480,50	1,220	7,299		

Lorsqu'on arrêta l'opération, elle avait duré 101 jours. La filtration était devenue presque insensible. On avait versé sur la terre 2750 centimètres cubes de liquide; elle avait rendu 1480^{cc},50. Les 2750 centimètres cubes versés contenaient 19 millimètres cubes d'acide nitreux.

» Le premier lot de liquide recueilli avait une teneur en acide nitreux supérieure à celle de la liqueur primitive. Dans le deuxième lot, au contraire, la teneur s'était abaissée au-dessous de celle de la liqueur versée. L'acide nitreux avait complétement disparu dans le troisième lot. Aucun des lots suivants n'en contenait trace.

» Les quantités d'acide nitrique trouvées dans les premiers lots étaient considérables; elles ont été en diminuant jusqu'au onzième lot. A partir du douzième, l'acide nitrique avait complétement disparu, et ce résultat négatif s'est maintenu jusqu'au terme de l'opération.

» J'ai accompli dix expériences semblables à celles que je viens de décrire, et dans des conditions identiques, mais sur des terres différentes. Or, dans ces diverses expériences, j'ai constamment obtenu des résultats semblables, quant à l'ordre et au caractère des phénomènes observés. Les seules différences qu'on puisse y remarquer portent sur les quantités plus ou moins grandes d'acide nitreux retrouvé, ou transformé en acide nitrique, ou enfin disparu.

» Lorsque j'aurai à classer les différents sols d'après leurs aptitudes à produire les modifications qui font l'objet de ce Mémoire, j'exposerai en détail les observations que je me suis borné à indiquer ici. Je constaterai

seulement aujourd'hui qu'à partir d'un certain point, plus vite atteint pour l'acide nitreux que pour l'acide nitrique, point variable suivant la nature du sol, la solution d'un nitrite, filtrée d'une manière continue à travers une terre, ne contient plus, après la filtration, ni acide nitreux, ni acide nitrique, pourvu toutefois que son titre primitif en acide nitreux ne dépasse pas certaines limites que les eaux naturelles ne peuvent jamais atteindre.

» La première phase de l'expérience particulière que j'ai décrite plus haut se résume dans les termes suivants : 2750 centimètres cubes d'une solution contenant 19 millimètres cubes d'acide nitreux ont été versés sur 500 grammes de terre lavée; 1480 centimètres cubes ont été recueillis à la suite de la filtration. Ces 1480 centimètres cubes contenaient $1^{mmc},220$ d'acide nitreux et $7^{mmc},299$ d'acide nitrique. Les $7^{mmc},299$ d'acide nitrique provenaient évidemment de la suroxydation de $5^{mmc},881$ d'acide nitreux. On a donc, en somme, retrouvé dans le liquide filtré l'équivalent de $7^{mmc},101$ d'acide nitreux.

» Le complément de cette expérience consistait dans l'examen de la terre égouttée, laquelle a dû retenir, d'après des observations spéciales, 240 centimètres cubes de liquide. Le reste, soit 1030 centimètres cubes, s'est évaporé pendant la longue durée de l'opération. Or cette terre ne renfermait pas d'acide nitreux, et le dosage de l'acide nitrique a donné $3^{mmc},20$, correspondant à $2^{mmc},580$ d'acide nitreux.

» Je n'ai donc retrouvé, soit dans le liquide filtré, soit dans la terre égouttée, que l'équivalent de $9^{mmc},681$ d'acide nitreux, c'est-à-dire à peu près la moitié de la quantité versée ($19^{mmc},80$); le reste avait disparu.

» En définitive, après une longue filtration, pendant laquelle l'écoulement était plus lent que la chute du liquide, la totalité des produits nitrés contenus soit dans le liquide filtré, soit dans la terre égouttée, ne représente pas la moitié de l'acide nitreux versé sur le sol. Des faits du même genre ont été constatés dans les expériences mentionnées plus haut. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Coexistence de deux types lithologiques dans la même chute de météorites;* par **M. St. Meunier.**

« La *Bustite* est une roche météorique extrêmement remarquable, dont le type a été fourni par la chute observée dans l'Inde, à Busti, le 2 décembre 1852. Cette roche, qui a été pour M. Maskelyne l'objet d'une savante étude (1), est représentée au Muséum par un échantillon qui lui a été donné

(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. XVIII, p. 146; 1870.

par le Musée de Calcutta et qui est enregistré sous le signe 2Q.575. C'est une roche grise, oolithique, dont chaque globule constitue une druse cristalline très-brillante : structure qui différencie très-nettement la Bustite de toutes les autres roches cosmiques connues jusqu'ici. L'analyse minéralogique y décèle l'augite et l'enstatite, mêlées à du fer nickelé et à des traces de substances non signalées précédemment et que M. Maskelyne désigne sous les noms d'*Oldhamite* et d'*Osbornite*. Sa densité est comprise entre 3,6 et 3,8. Dans toute la collection du Muséum, on ne trouve à rapporter à ce type, outre la météorite indienne qui lui donne son nom, que deux pierres tombées, l'une à Sigena, en Espagne, le 17 novembre 1773, et l'autre à Trenzano, en Italie, le 12 novembre 1856.

» Or, les deux chutes de Sigena et de Trenzano, déjà exceptionnelles, comme on voit, par la nature de la roche qu'elles ont fournie, présentent en outre, cette particularité excessivement rare, d'avoir donné des échantillons qui, par chaque chute, appartiennent à deux types lithologiques différents.

» Pour la chute de Sigena, l'échantillon 2Q.305, donné par le Musée des Sciences de Madrid, est de la Bustite; mais l'échantillon 2Q.3, donné par M. le comte de Lasteyrie qui l'avait rapporté d'Espagne, est une roche complétement différente.

» De même, pour la chute de Trenzano, l'échantillon 2Q.435, donné par M. Curioni, est de la Bustite ; mais l'échantillon 2Q.129, provenant de la collection de M. Greg, est une roche toute différente.

» Ce n'est pas tout. Les roches 2Q.3 et 2Q.129, qui ne sont pas de la Bustite, se trouvent être identiques entre elles. Et, par conséquent, les chutes de Sigena et Trenzano, qui présentent en commun le caractère exceptionnel d'avoir fourni deux roches distinctes, reproduisent, en outre, les deux mêmes types lithologiques.

» Ce fait une fois bien constaté, il fallait évidemment déterminer la nature de la roche autre que la Bustite. Mes études m'ont démontré son identité absolue avec la Parnallite (1), dont le type appartient à la chute de Parnallee, dans l'Inde (28 février 1857). Ainsi, il serait complétement impossible de distinguer l'échantillon de Trenzano (2Q.129) de l'échantillon de Parnallee (2Q.177). On se rappelle peut-être que la Parnallite est une brèche polygénique, dans laquelle une première étude ne m'a pas démontré l'existence de moins de sept types lithologiques différents.

---

(1) *Comptes rendus*, LXXIII, p. 346.

» En résumé, on voit que les chutes de Sigena et de Trenzano, essentiellement exceptionnelles par l'ensemble de leurs caractères, offrent en commun la triple particularité :

» 1° De fournir simultanément deux types lithologiques distincts, à l'état de fragments complétement indépendants les uns des autres ;

» 2° De présenter deux types lithologiques très-rares ;

» 3° Enfin de donner des roches identiques deux à deux d'une chute à l'autre.

» Il en résulte, suivant moi :

» Que les pierres tombées à Trenzano proviennent du même gisement que celles qui ont été recueillies à Sigena, et par conséquent que la Bustite et la Parnallite ont été en relations stratigraphiques.

» Qu'il me soit permis de faire remarquer en terminant, que la considération qui nous procure aujourd'hui cette dernière donnée est toute différente de celles qui ont été mises précédemment en usage, pour obtenir des notions analogues. »

PHYSIQUE. — *Explication, à l'aide de la théorie des franges, de l'apparition d'auréoles lumineuses observées dans les ascensions aérostatiques.* Note de **M. W. de Fonvielle.** (Extrait par l'auteur.)

« Lorsqu'un aérostat plane au-dessus d'un océan de nuages, les observateurs placés dans la nacelle voient apparaître des franges autour de l'ombre du ballon. Ces franges peuvent être intérieures, si l'aérostat est assez rapproché de la surface réfléchissante, qui est celle des nuées homogènes. Lorsqu'il plane à une distance moindre, on peut voir apparaître une frange intérieure, sans cesser d'apercevoir une frange extérieure. Dans le voisinage immédiat de la surface réfléchissante, on voit des franges autour de la nacelle et de la silhouette des voyageurs. Alors les franges extérieures du ballon disparaissent, et les franges compliquées de la nacelle se combinent en vertu d'un principe connu. On voit alors apparaître une auréole analogue à un cercle d'Ulloa. Ces variations d'aspect s'expliquent très-simplement. En effet, les franges extérieures sont limitées par l'ombre qui est cylindrique ; au contraire, les franges extérieures sont abritées par la pénombre, dont le diamètre apparent ne varie point à partir d'une certaine distance.

» L'auteur pense qu'il y aurait avantage à teindre le ballon en noir. Il rapproche ces observations aérostatiques des éclipses artificielles exécutées

par Lœhdre, en 1715, à l'aide d'un globe de pierre, pour expliquer les apparences lumineuses observées à Londres, lors de la grande éclipse totale de cette même année. Il pense que l'on pourrait tirer parti de l'observation des franges lumineuses du ballon, pour étudier les phénomènes qui se reproduisent dans des formes analogues, lors de toutes les éclipses totales de soleil.

» Les franges produites par le ballon ne peuvent être vues que par réflexion, mais elles doivent être susceptibles de donner des impressions photographiques instantanées. Il serait intéressant d'étudier les phénomènes de polarisation auxquels elles donnent lieu.

» Les mêmes observations peuvent être faites sur la lumière de la lune, qui est de la lumière réfléchie dans des conditions très-variables.

» Les ascensions exécutées dans ces circonstances sont très-pittoresques, car l'ombre du ballon se projette sur un océan de nuages, éblouissants comme la neige des glaciers et semblables aux flots d'une mer moutonneuse soudainement congelée. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur une épidémie d'ictère essentiel observée à Paris et dans les environs.* Note de **M. E. Decaisne.** (Extrait.)

« Depuis environ trois mois, c'est-à-dire depuis le commencement de l'automne, on constate à Paris et dans la banlieue un nombre considérable de cas d'ictère, qui constituent une véritable épidémie. Les observations que nous avons recueillies nous-même et les renseignements que nous avons pris auprès d'un certain nombre de nos confrères nous permettent de soumettre à l'Académie quelques réflexions sur ce sujet, qui nous paraît intéressant au point de vue de la santé publique.

» C'est au milieu de la meilleure santé et sans cause apparente que l'ictère se déclarait, dans les cas que nous avons observés, attaquant d'abord la sclérotique, puis la face et le reste du corps, en général, dans un espace de temps qui variait entre quatre et cinq jours. Il y avait un peu de courbature, la fièvre était nulle, le pouls était en général au-dessous du type habituel, l'appétit restait le même, la soif était modérée, il y avait une légère constipation, les selles étaient grisâtres, plus ou moins décolorées, les urines précipitaient en bleu et en vert par l'acide nitrique. La palpation et la percussion ne révélaient aucune douleur à l'hypochondre droit et sur tout le ventre. Presque toujours le voile du palais présentait une coloration jaune uniforme.

» La durée moyenne du traitement, qui a consisté en deux ou trois purgations au plus, a été de dix à onze jours.

» Ces cas d'ictère se sont présentés partout, chez les individus de professions différentes et placés dans des conditions d'hygiène diverses, sans qu'il me fût possible de les rattacher à une lésion organique quelconque. D'ailleurs, dans un quart de ces cas, j'ai vu la maladie céder, à peu près dans le même espace de temps, à l'expectation pure et simple.

» Les régiments qui composent l'armée de Paris, qui occupent les campements autour de la capitale, et dont l'état sanitaire est d'ailleurs excellent, n'ont pas non plus échappé à l'épidémie. Chez eux, la maladie s'est comportée comme dans la population civile.

» Le traitement a consisté en une ou deux purgations, et, au bout de cinq à six jours, la coloration jaune des téguments disparaissait graduellement. « En somme, me dit un médecin militaire, les hommes, tout en pré-
» sentant des signes pathologiques, n'ont éprouvé aucun dérangement dans
» leur santé, et nous les exemptions du service plutôt pour la maladie
» qu'ils paraissaient avoir que pour une indisposition réelle. »

» Certes, ce n'est pas la première fois qu'on observe à Paris, à l'automne surtout, de nombreux cas de jaunisse; j'ai entendu dire à de vieux praticiens : « Il est des mois où il pleut de la bile à Paris. » Mais je crois qu'on a rarement vu l'ictère essentiel se généraliser comme il l'a fait pendant les deux derniers mois. C'est ce qui m'a engagé à adresser à l'Académie ces courtes observations. »

M. J. Béclard, à propos des expériences communiquées récemment à l'Académie relativement à l'influence de la lumière violette sur les phénomènes de la vie, rappelle qu'il lui a présenté lui-même, en 1858, deux Mémoires sur ce même sujet. Ces Mémoires ont pour titres : « De l'influence de la lumière et des divers rayons colorés du spectre sur le développement des animaux (*Comptes rendus*, t. XLVI) », et « Des rayons colorés du spectre, envisagés dans leurs rapports avec les phénomènes de nutrition (*Ibid.*) ».

M. Pellet adresse une Note sur le traitement des Schlicks provenant des minerais de plomb.

M. Bardou écrit à l'Académie pour répondre aux assertions contenues dans divers journaux, sur l'infériorité des instruments emportés par M. Janssen sur la côte de Malabar. Malgré le peu de temps qui lui a été accordé

pour la construction de ces instruments, M. Bardou croit pouvoir affirmer qu'ils ne sont nullement inférieurs à ceux dont ont pu disposer les autres Commissions scientifiques. M. Janssen en a témoigné sa satisfaction.

M. E. **Rolland** était inscrit pour lire, dans la séance de ce jour, un Mémoire « Sur les effets des variations du travail transmis par les machines et sur les moyens de les régulariser. » L'Académie devant se réunir en Comité secret, cette lecture est reportée à la prochaine séance.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de son doyen, M. **Boussingault**, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Payen* :

En première ligne. . . . . . . M. **Hervé Mangon**.

En deuxième ligne (ex æquo), *et par ordre alphabétique*. . } M. **Dehérain**. M. **Schlœsing**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 décembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Rapport sur les Expositions internationales de pêche de Boulogne-sur-Mer, Arcachon et du Havre (1868-1869); *par* M. J.-L. Soubeiran. Paris, 1871; br. in-8°.

Contributions pour servir à l'histoire naturelle des éphémérides n° 3. *Note sur le prétendu crustacé dont Latreille a fait le genre* Prosopistoma; *par* M. E. Joly. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.*)

Annales de l'Observatoire physique central de Russie, publiées par M. H.

WILD; années 1866, 1867, 1868. Saint-Pétersbourg, 1870 et 1871; 3 vol. in-8°. (Texte russe et français.)

Observations de Poulkova, publiées par M. OTTO-STRUVE; t. III. *Déductions des ascensions droites du Catalogue principal; Mémoire de* M. A. WAGNER. *Observations faites à l'instrument des passages établi dans le premier vertical.* Saint-Pétersbourg, 1870; 1 vol. in-4°, cartonné.

Détermination du coefficient constant de la précession au moyen d'étoiles de faible éclat; par MM. NYREN. Saint-Pétersbourg, 1870; br. in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, VIIe série, t. XV, n°s 5 à 8; t. XVI, n°s 1 à 8 et 10. Saint-Pétersbourg, 1870 et 1871; 13 liv. in-4°.

Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XV, n°s 1 à 5; t. XVI, n° 1. St-Petersburg, 1870-1871; 6 liv. in-4°.

Jahresbericht am 29 *mai* 1870 *dem Comité der Nicolaï. Hauptsternwarte abgestattet vom director der sternwarte.* St-Petersburg, 1870; br. in-8°.

Tabulæ refractionum in usum speculæ pulcovensis congestæ. Petropoli, 1870; in-8°.

Jahresbericht des physikalischen central observatoriums für 1870 *der Akademie abgestattet von* H. WILD. St-Petersburg, 1871; in-4°.

Repertorium für meteorologie herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der wissenschaften redigirt von Dr H. WILD; band I, heft 2; band II, heft 1. St-Petersburg, 1870 et 1871; 2 vol. in-4°.

Ueber das neueste minimum und maximum thermometer von HERMANN *und* PFISTER *in Bern; par* le professeur R. WOLF. Zurich, 1871; opuscule in-4°.

Supplementum II ad enumerationem plantarum in regionibus eis et transiliensibus a Cl. Semenovio anno 1857 *collectarum; auctoribus* E. REGEL *et* FAB. HERDER. Moskau, 1870; br. in-8°.

Revisio specierum cratægarum, dracænarum, horkeliarum, laricum et azalearum; auctore E. REGEL. Moscou, sans date; br. in-8°.

Animadversiones de plantis vivis nonnullis horti botanici imperialis Petropolitani; auctore E. REGEL. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Annalen der K. K. Sternwarte in Wien. Dritter folge sechzehnter band. Jahrgang, 1866; in-8°. (Deux exemplaires.)

Historia fisica y politica de Chile, publicada bajo los auspicios del supremo Gobierno; por Claudio GAY. *Historia*, tomo septimo. Paris et Chile, 1870; in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de Nuovi Lincei, compilati dal segretario; anno XXIV, sessione VI del 13 agosto 1871. Roma, 1871; in-4°.

Programma delle osservazioni fisiche che verranno eseguite nel traforo del

Fréjus dai signori P. A. Secchi, Diamilla-Müller *et* P.-Fr. Denza; *communicazione del* P.-Fr. Denza. Torino, 1871; br. in-8°.

Accademia reale delle Scienze di Torino. Classe di scienze morali, storiche e filologiche, programma. Torino, opuscule; in-4°.

The transactions of the linnean Society of London; vol. XXVII, part the third. London, 1871; in-4°.

Minutes of proceedings of the institution of civil Engineers. General index; vol. XXI to XXX, sessions 1861-1862 to 1869-1870. London, 1871; in-8°, relié.

Minutes of proceedings of the institution of civil Engineers. With abstracts of the discussions vol. XXXI et XXXII, session 1870-71, part 1 et 2. London, 1871; 2 vol. in-8°, reliés.

Report of the fortieth meeting of the British Association for the advancement of science held at Liverpool in september 1870. London, 1871; in-8°, relié.

Results of astronomical observations made at the royal Observatory cape of good hope in the year 1856. Cape Town, 1871; in-8°, relié.

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 décembre 1871, les ouvrages dont les titres suivent :

Note relative à l'action de la coralline sur l'homme et les animaux, par M. Tabourin. Lyon, 1871; br. in-8°.

Sur diverses conditions d'intégrabilité et d'intégration; par M. Ed. Combescure. Milan, 1871; in-8°. (Extrait des *Annali di Matematica pura ed applicata.*)

Cri d'alarme sur le bois d'industrie, sur le bois de chauffage et sur le charbon de terre; par M. A. Boutroux. Gien, 1870; br. in-8°.

Observations siccimétriques à Lausanne (5e année). *Année météorologique* 1869; *par* M. L. Dufour. Sans lieu ni date; opuscule in-8°, avec planche. (Tiré du *Bulletin* n° 64 *de la Société vaudoise des Sciences naturelles.*)

Les silex antéhistoriques de Valcongrain (arrondissement de Caen); par M. V. Chatel. Caen, 1871; 2 pages in-8°.

Homœopathie. Discours prononcé par M. Bochard *en la séance du Conseil communal du 4 décembre* 1871. Sans lieu ni date; 4 pages in-8°.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society; vol. XXXII, n° 1, novembre 1871. London, 1871; in-8°.

Université d'Helsingfors. Thèses diverses. Helsingfors, 1870 et 1871; 11 br. in-8°, 4 br. in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1871.

Annales de Chimie et de Physique; juillet et août 1871; in-8°.

Annales du Génie civil; décembre 1871; in-8°.

Annales industrielles; livr. 33 et 34; 1871; in-4°.

Annales médico-psychologiques; novembre 1871; in-8°.

Atti del reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti; t. XVII, 10e cahier, Milan, 1871; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 3, 10, 17 et 24 décembre 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine; n° du 30 novembre 1871; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. V, nos 8 et 9, 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 1er et 2e semestres 1871; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; septembre 1871; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; novembre 1871; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n° du 15 décembre 1871; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 2 au 15 décembre 1871; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; t. X, nos 10 et 11, 1871; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 23 à 26, 2e semestre 1871; in-4°.

Echo médical et pharmaceutique belge; n° 12, 1871; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 145 à 151, 1871; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 49 à 51, 1871; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 64 à 66, 1871; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 139 à 141, 1871; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 24, 1871; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1871; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; décembre 1871; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 55 et 56, 1871; in-fol.

L'Abeille médicale; nos 41 à 44, 1871; in-4°.

L'Aéronaute; décembre 1871; in-8°.

L'Art dentaire; novembre 1871; in-8°.

La Santé publique; n°s 105 à 107, 1871; in-4°.

Le Gaz; n° 6, 1871; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 23 et 24, 1871; in-4°.

Le Mouvement médical; n°s 18 à 20, 1871; in-4°.

Le Salut; n°s 141 à 158, 1871; in-fol.

Les Mondes; n^{os} des 14 et 21 décembre 1871; in-8°.

L'Imprimerie; novembre 1871; in-4°.

Magasin pittoresque; novembre et décembre 1871; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; novembre 1871; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; décembre 1871; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n°s 17 à 23, 1871; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; décembre 1871; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; octobre à décembre, 1871; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; décembre 1871; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; décembre 1871; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° du 15 décembre 1871; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 13 et 14, 1871; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; décembre 1871; in-8°.

Revue scientifique; n°s 24 à 26, 1871; in-4°.

The Food Journal; décembre 1871; in-8°.

FIN DU TOME SOIXANTE-TREIZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1871.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

N

O

P

R

S

U

V

X

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

RECTIFICATIONS A UNE NOTE DE M. RESAL DU 4 DÉCEMBRE 1871, ADRESSÉES A LA SÉANCE DU 4 MAI 1872.

Page 1312, 12e ligne, substituer $\sin\varphi = \frac{(1-\cos\alpha)}{\pi}\left(1 + \log \text{nép.} \frac{2}{1-\cos\alpha}\right)$; 13e ligne, substituer $u' = \frac{1-\cos\alpha}{2\pi\sin\varphi}\left(1 + 2\log\frac{\sin\frac{\theta}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}\right) - \frac{\theta}{2\pi}$; 29e ligne supprimée. — Page 1313, supprimer les cinq premières lignes; 11e ligne, substituer 4650, 4705, 4881, 5137, 5354, 5530, 5830, 6095, 6462, 7190.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.